



El río Quillinzo como espacio de encuentro

Arte, ciencia y acciones para su conservación

César Nuñez, Luciana Cibils Martina y Romina Principe
Compiladores

El río Quillín como espacio de encuentro : arte, ciencia y acciones para su conservación. / César Nuñez ... [et al.] ; Compilación de César Nuñez ; Luciana Cibils Martina ; Romina Príncipe. - 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2025.
Libro digital, PDF - (Vinculación y educación)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-688-614-7

1. Educación Ambiental. 2. Biodiversidad. I. Nuñez, César II. Nuñez, César, comp.
III. Cibils Martina, Luciana, comp. IV. Príncipe, Romina, comp.
CDD 333.9516

2025 © *UniRío editora*

Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309
editorial@ac.unrc.edu.ar
www.unirioeditora.com.ar

Primera edición: *junio de 2025*

ISBN 978-987-688-614-7

Ilustración de tapa: Boceto para el mural participativo realizado sobre la base de la obra de Cecilia Cibils Martina en el marco de la Feria de Ciencia y Arte *Celebrando el Quillín*.



Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.
http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR



Uni. Tres primeras letras de «Universidad».
Uso popular muy nuestro; la Uni.
Universidad del latín «universitas»
(personas dedicadas al ocio del saber),
se contextualiza para nosotros en nuestro anclaje territorial
y en la concepción de conocimientos y saberes contruidos
y compartidos socialmente.

El río. Celeste y Naranja. El agua y la arena de nuestro
Río Cuarto en constante confluencia y devenir.

La gota. El acento y el impacto visual: agua en un movimiento
de vuelo libre de un «nosotros».
Conocimiento que circula y calma la sed.

Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria

Prof. Alicia Carranza

Facultad de Ingeniería

Prof. Marcelo Alcoba y Prof. Martín Broglia

Facultad de Ciencias Económicas

Prof. Clara Sorondo

Biblioteca Central Juan Filloy

Prof. Mónica Torreta

Facultad de Ciencias Exactas,

Físico-Químicas y Naturales

Prof. Laura Dalerba y Prof. Clarisa Bionda

Secretaría Académica

Prof. Pablo Pizzi y Prof. Gabriel Carini

Facultad de Ciencias Humanas

Prof. José Di Marco y Prof. Claudio Asaad

Equipo Editorial

Secretario Académico:

Pablo Pizzi

Director:

Gabriel Carini

Equipo:

*José Luis Ammann, Maximiliano Brito,
Ana Carolina Savino, Lara Oviedo, Roberto Guardia,
Marcela Rapetti y Daniel Ferniot*

Índice

Agradecimientos	6
Prólogo. César Nuñez, Luciana Cibils Martina y Romina Principe	8
Prólogo. Mauricio Acosta y Melisa Acosta.....	10
Explorando la cuenca del río Quillín: un viaje a través de la historia, la arqueología, la geología y los retos socioambientales hacia el futuro	
<i>Daniel Ulla, Santiago J. Pramparo y César O. Nuñez.....</i>	<i>12</i>
Propuesta didáctica: Investigación y acción	57
Entre aguas y rocas: conectando la geología y la calidad del agua del río Quillín	
<i>Santiago J. Pramparo, Miguel A. Pascuini, Adriana E. Cabrera, Veronica F. Lutri y Daniela B. Giacobone</i>	<i>63</i>
Propuesta didáctica: Analizando el agua del río Quillín y su relación con el entorno	93
Ecosistemas microscópicos: explorando algas y microfauna en el biofilm del río Quillín	
<i>Luciana Cibils-Martina, Carolina E. Ortiz y Julieta del R. Lucero.....</i>	<i>96</i>
Propuesta didáctica: Explorando el mundo microscópico.....	111
Explorando el mundo bacteriano en el agua del río Quillín	
<i>Mariana C. García y Daniela M. Lombardo.....</i>	<i>117</i>
Propuesta Didáctica: los microorganismos y su rol en ecosistema acuático	126
Pequeños habitantes del fondo del río ¿qué nos dicen los macroinvertebrados sobre la salud del río Quillín?	
<i>Victoria Montilla, Javier A. Márquez, Jeremías G. García-González, Cintia N. Barroso y Romina E. Principe.....</i>	<i>127</i>
Propuesta didáctica: ojos de exploradores	141

**Los peces: sigilosos habitantes del río Quillinzo
y arroyos tributarios**

<i>Miguel Mancini, Juan Marzuoli, Víctor H. Salinas, César O. Nuñez....</i>	152
Propuesta didáctica: ¿qué aprendimos sobre los peces?	169

**Exploradores de la ribera: ranas y sapos como indicadores
de la salud del río Quillinzo**

<i>Favio E. Pollo, Manuel A. Otero, Zulma A. Salinas, Mariana Baraquet, Clarisa Bionda, Ma. Selene Babini, Fernanda A. Olguín y Pablo R. Grenat.</i>	172
Propuesta didáctica: conociendo los sapos y ranas de los arroyos serranos de Córdoba.	188

**Vuelos que conectan: diversidad y roles ecológicos de las aves
en los paisajes del Río Quillinzo**

<i>Pablo Brandolin, Gabriel Espósito, Marta Diez y Martín Barchiesi</i>	204
Propuesta didáctica: Observación de aves en Villa Cañada del Sauce	230

La vida verde a orillas del río Quillinzo

<i>César O. Nuñez, Ma. Andrea Amuchástegui, Emiliano Foresto, Tamara B. Palermo, José. A. Mulko y Carolina S. Balzola</i>	244
Propuesta didáctica: Acciones para proteger la vegetación riparia	278

**Del río a la comunidad: un año de actividades para conocer
y proteger el Quillinzo**

<i>Luciana Cibils-Martina, Daniel Ulla, Virginia García, Romina E. Principe</i>	295
---	-----

**Puentes de saberes sobre el Quillinzo: Una experiencia
de vinculación con la escuela en la creación de
entornos favorables para la educación ambiental**

<i>Silvia Peirone</i>	310
-----------------------------	-----

Sobre los autores	336
--------------------------------	------------

Agradecimientos

Este libro nace de un montón de vivencias y desafíos compartidos. No habría sido posible sin la ayuda y el cariño de mucha gente que sumó esfuerzos y voluntades.

A la Subsecretaría de Fortalecimiento de Trayectorias Estudiantiles y Secretaría de Políticas Universitarias, por darnos el impulso económico y los recursos claves para que este proyecto se lleve adelante.

Al Ministerio de Educación Universitaria, a través de la Convocatoria de Proyectos de Extensión Universitaria 2022 “Universidad Cultura y Territorio”, que brindó un apoyo fundamental para llevar a cabo los monitoreos, la Feria de Ciencia y Arte y este libro.

A la Secretaría de Extensión y Desarrollo de la Universidad, por su apoyo y difusión de las actividades realizadas.

A la ex decana, Carmen Cholaky, y a la ex secretaria de Extensión de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Fabiana Giovanini, por brindarnos su apoyo logístico y financiero.

A Mauricio Acosta, Jefe comunal de Villa Cañada del Sauce, por sumarse al proyecto con tanto entusiasmo y acompañarnos en cada paso.

A Vecinos de Villa Cañada del Sauce, que con sus historias, su compromiso y su calidez hicieron que este trabajo tenga alma y razón de ser.

A la Profesora Gladys Andrea Tobares, Directora de 3° categoría de enseñanza primaria en el centro educativo Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce, por abrirnos la puerta de su escuela y acompañarnos con sus estudiantes en este proyecto.

A la ONG Monterita del Quillinzo, por su empuje constante y respaldo económico, que permitió un trabajo integrado, en equipo, contagiando su cultura de buenos ancestros.

A Martín Acosta por su excelente predisposición para colaborar y por su guía en los estudios referidos a los peces, y a Guillermo Terán y Alejandro Méndez López por la identificación de una de las especies de peces recolectadas.

A Cintia Barroso, adscripta en Extensión, que se encargó de revisar el formato minuciosamente para que no hubiera errores.

A UniRío Editora, por permitirnos llegar a la sociedad, a los pobladores locales, y a estudiantes y docentes de nuestra región.

A lo/as autore/as que participaron en la escritura de este libro, socializando los resultados de sus relevamientos y experiencias en la comunidad, y ofreciendo un acercamiento al mundo científico para todo público.

Y, por último, gracias a lo/as lectore/as, que ojalá encuentren en estas páginas algo que los mueva, inspire y acompañe en su camino para proteger los ecosistemas acuáticos. ¡Disfruten la lectura!

Prólogo

El río Quillínz atravesia la comuna de Villa Cañada del Sauce no solo como un cauce de agua, sino como un elemento central del paisaje, la historia y la vida cotidiana de sus habitantes. Este e-book, *El río Quillínz como espacio de encuentro: arte, ciencia y acciones para su conservación*, es el resultado de un proyecto interdisciplinario que busca acercar el conocimiento científico a la comunidad y promover el cuidado activo de este valioso ecosistema serrano.

La publicación surge del proyecto de extensión “Calidad del río Quillínz y educación ambiental: hacia un uso sustentable del territorio en la comuna turística de Villa Cañada del Sauce”, financiado en el marco de la convocatoria *Universidad, Cultura y Territorio*. Su objetivo principal es generar herramientas para conocer, valorar y proteger el río, integrando a la ciencia, el arte, la educación y la participación comunitaria en una propuesta conjunta.

Como compiladores, hemos reunido en esta obra el trabajo conjunto de investigadores y docentes de las Facultades de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, y de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, junto con valiosos aportes de organizaciones sociales y vecinos de la localidad. Esta obra fue pensada como un recurso accesible y práctico, útil para docentes, estudiantes, familias, turistas y toda persona interesada en aprender sobre la biodiversidad del río y las acciones posibles para su conservación.

A lo largo de once capítulos, el libro ofrece una visión integral del río Quillinzo y su cuenca: desde su geología e historia hasta la diversidad biológica que lo habita (bacterias, algas, invertebrados, peces, anfibios, aves y vegetación). También se presentan resultados de monitoreos físico-químicos, actividades educativas desarrolladas con la comunidad y experiencias artísticas que buscaron acercar el conocimiento científico de forma creativa.

Un elemento central de esta propuesta es la inclusión de actividades didácticas en los primeros nueve capítulos, diseñadas para facilitar la comprensión de los contenidos, promover la reflexión crítica sobre cada aspecto del río y fomentar una participación activa en su cuidado. Estas propuestas didácticas invitan a un aprendizaje activo, que va desde la observación directa del ambiente hasta el intercambio de ideas en espacios educativos y familiares.

El enfoque integral que une ciencia, arte y educación busca despertar el interés, facilitar el aprendizaje y motivar el compromiso con el ambiente. Más allá de los datos y las experiencias compartidas, este libro invita a reconocer el valor del río Quillinzo como un espacio compartido que merece ser cuidado entre todos.

Esperamos que este material sirva como punto de partida para nuevas iniciativas, proyectos y aprendizajes, y que contribuya a fortalecer una relación más consciente y respetuosa con el entorno natural.

Los compiladores

César Nuñez, Luciana Cibils Martina y Romina Príncipe

Prólogo

¡Vecinos, vecinas y visitantes de nuestras queridas comunas serranas!

Con mucha alegría y gratificación les presentamos **EL RÍO QUILLINZO COMO ESPACIO DE ENCUENTRO: ARTE, CIENCIA Y ACCIONES PARA SU CONSERVACIÓN**, un libro hecho con el corazón y pensando en nuestro tesoro más preciado: el río Quillinzo y todo lo que lo rodea.

En estas páginas, de una manera sencilla y clara, vamos a descubrir por qué cada planta desde la más pequeña a la más grande, cada bichito, cada pez y hasta el agua misma son importantísimos para que nuestro río esté sano y fuerte. En el libro vamos a descubrir cómo se relacionan cada una de las partes que conforman el río, incluidos nosotros.

Este libro es para todos: para nuestros chicos y chicas de las escuelas, para los jóvenes, para los grandes. Nos va a enseñar a querer y a cuidar nuestro Quillinzo, porque la ciencia y la naturaleza nos muestran cómo hacerlo.

Esta obra es de suma importancia para la Comuna de Villa Cañada del Sauce, así como para sus instituciones, nos ayuda a comprender la importancia de mantener la sanidad del agua del río y sus alrededores, es el río

quien conecta a toda esta comunidad y quien nos mantiene unidos por un bien común.

Juntos, leyendo y aprendiendo, vamos a asegurar que la belleza de nuestras sierras y la vida de nuestro río sigan siendo un orgullo para nuestros hijos y los hijos de nuestros hijos.

Con el cariño de siempre,

Mauricio Acosta

Jefe Comunal de Villa Cañada del
Sauce

Melisa Acosta

Bibliotecaria, Bibl. Pública Frida
Hildenbrand

Explorando la cuenca del río Quillín: un viaje a través de la historia, la arqueología, la geología y los retos socioambientales hacia el futuro

Daniel Ulla¹, Santiago J. Pramparo² y César O. Nuñez³

Primeros habitantes de la zona

La historia de los primeros habitantes de nuestra región comienza hace miles de años. Las investigaciones han confirmado la presencia de seres humanos en las Sierras Grandes de Córdoba, en un lugar llamado El Alto

1 ONG Monterita del Quillín. Tesista de postgrado de la especialidad de Manejo de Cuencas, Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Nacional de Córdoba.

2 Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET.

3 Departamento de Biología Agrícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto..

3, donde se han encontrado vestigios que datan de hace 11000 años, pertenecientes a los Paleoindios (Berberian, et al., 2014).

El reconocido arqueólogo Alberto Rex González (1952) también estudió las huellas de los antiguos habitantes de las Sierras Pampeanas. A través de su trabajo en sitios como Ayampitín y la Gruta de Inti Huasi (San Luis), descubrió que la zona estuvo habitada desde aproximadamente el año 6000 a.c. Si bien no todos estos primeros habitantes eran Comechingones, el investigador sugiere que su presencia se remonta a tiempos prehispánicos.

Según el historiador local Pardo (2023), los Comechingones no dejaron grandes construcciones de piedra ni alfarería refinada, pero sí dejaron señales de su vida cotidiana. En diversos sitios de nuestra región se han hallado aleros indígenas, estructuras que probablemente no eran casas permanentes, sino refugios temporales usados durante las cacerías. Esto se debe a que las viviendas colectivas de los Comechingones, conocidas como *casas pozo*, eran semisubterráneas, construidas con palos y techadas con paja, materiales que se descomponen fácilmente con el tiempo.

Además de los aleros, en estos sitios se han encontrado morteros, pinturas rupestres y cerámicas simples, que dan cuenta del importante desarrollo de las comunidades recolectoras y productoras que habitaron la región (Figura 1).



Figura 1. Detalle de aleros, morteros y pinturas rupestres en formaciones geológicas denominadas tafonis. Fuente: Dirección de Patrimonio Cultural. Córdoba Cultura (2023).

Más recientemente, en 2023, un equipo de arqueólogos de la Dirección de Patrimonio Cultural de la Agencia Córdoba Cultura realizó un relevamiento en la zona de Cañada del Sauce (Figura 2). En esta área, se documentaron nuevos sitios arqueológicos, como los aleros, pictografías, morteros y conanas, cubriendo dos grandes áreas: Cañada del Sauce 1 (214 hectáreas) y Cañada del Sauce 2 (224 hectáreas). Debido a su gran valor histórico, se definió un área de protección de 893 hectáreas, considerando su alto potencial arqueológico.

Es importante considerar este aspecto en el ordenamiento territorial, ya que los sitios mencionados se encuentran dentro del ejido urbano de Cañada del Sauce. Cualquier proyecto de intervención en la zona deberá estar sujeto a estudios arqueológicos previos, con la Agencia Córdoba Cultura actuando como el organismo responsable de su aplicación (Agencia Córdoba Cultura, 2023). Además, se advierte que lo aquí relevado no representa la totalidad de los sitios arqueológicos en este territorio. Por el contrario, pone en evidencia su gran potencial, lo que subraya la necesidad de tomar las precauciones necesarias tanto en las intervenciones actuales como en los futuros proyectos de desarrollo (inmobiliarios, turísticos, mineros, etc.) que pudieran plantearse en la región (Agencia Córdoba Cultura, 2023).

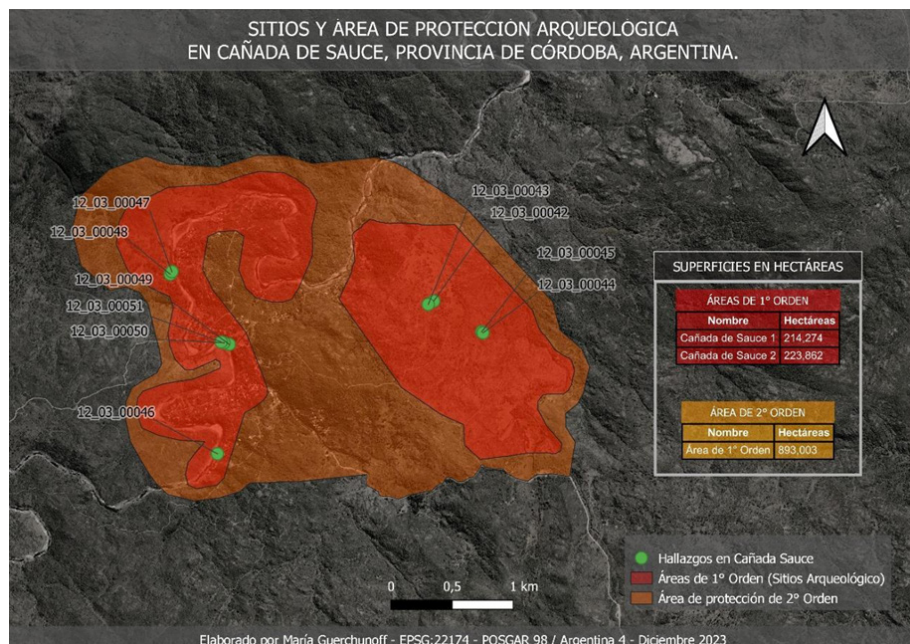


Figura 2. Sitios arqueológicos relevados. Fuente: Dirección de Patrimonio Cultural. Córdoba Cultura.

Más recientemente (en tiempos coloniales), gran parte de la cuenca del Río Quillín formó parte de la Estancia del Sauce de San Lorenzo de Licsin o Lictin, que se extendía desde la localidad de San Agustín hasta El Cano en el límite Sur, abarcando todo el Valle de Calamuchita hasta el filo serrano (al poniente) y el Camino del Bajo o Camino Real (hoy, Ruta 23 al naciente). La Estancia en cuyo casco luego se construiría la actual Estancia Los Cocos en Río de los Sauces, estaba dedicada a la producción mular y ovina, uno de los recursos más importantes de la Córdoba colonial. Perteneció a la familia y descendientes de Jerónimo Luis de Cabrera, fundador de la Ciudad Capital de la provincia (Pardo, 2023).

Fue así que la ciudad de Córdoba se transformó en el punto nodal de los caminos, y comenzó a exportar aproximadamente 12 000 mulas anuales entre 1630 y 1650, insertándose en el mercado interno colonial e integrándose fuertemente a la economía minera del Alto Perú. En este sentido, la ocupación del suelo se localizó en los valles de la región serrana, pues se transformaban en excelentes resguardos de potreros con un solo cerco (Wagner, 1997). Entre propiedad y propiedad, los límites quedaban asegurados levantando pircas de piedras y arbustos. Ahí se establecieron los principales criaderos de mulas y potreros de invernadas, por lo que en el siglo XVII las tierras de las sierras fueron ocupadas (Pardo, 2023).

¿Por qué se utilizó la mula como el principal medio de transporte por caminos montañosos?

La mula es un animal que surge del cruzamiento entre dos especies: una yegua (hembra de los equinos) y un burro (macho). Este cruce produce un animal híbrido que no puede tener crías. Su origen se remonta a la antigüedad, posiblemente en Turquía. Las mulas son apreciadas porque combinan las mejores cualidades de sus padres: la fuerza, resistencia y el tamaño del caballo, la capacidad de alimentarse con poco pasto y la fortaleza del burro.

Gracias a estas características, las mulas han sido muy valiosas a lo largo de la historia, especialmente para el transporte en terrenos montañosos. En Argentina, llegaron en el siglo XVI durante la época de la colonización española. Se calcula que comenzaron a ser utilizadas a partir de 1580, cuando los primeros colonizadores se establecieron en el Río de la Plata y comenzaron a explorar y poblar el interior del territorio argentino. Los registros históricos muestran que el comercio de mulas en la región de Córdoba comenzó entre 1610 y 1620 (Paz, 1999).

Las mulas se criaban en lugares como Córdoba y las llanuras de Tucumán, donde las condiciones eran ideales para producir estos animales. Luego se comercializaban principalmente en el Alto Perú (hoy Bolivia), una región minera que necesitaba mulas para transportar mercancías, alimentos y minerales. Esta demanda fue impulsada por la necesidad de conectar ciudades como Buenos Aires y Córdoba con el Alto Perú (Brailovsky, 2006).

En regiones montañosas como las Sierras de Córdoba, las mulas demostraron ser muy útiles gracias a su resistencia y capacidad para trabajar en terrenos difíciles. Como explica Yornet Ventura (2019), las mulas eran ideales para el transporte por varias razones:

- Capacidad de carga: podían llevar hasta 130 kilogramos, incluso en altitudes de 4500 metros sobre el nivel del mar.
- Desplazamiento seguro: su cuerpo estaba diseñado para mantener el equilibrio en caminos empinados y estrechos.
- Adaptación climática: soportaban temperaturas extremas, tanto en zonas secas como en regiones frías.
- Economía: necesitaban menos alimento y mantenimiento que otros animales de carga.

Aunque hoy en día muchas tareas son realizadas por máquinas, las mulas siguen siendo útiles en lugares de difícil acceso y en actividades turísticas, agrícolas y militares. En la historia argentina, jugaron un papel importante, como en la campaña libertadora del General José de San Martín, quien utilizó mulas para cruzar la Cordillera de los Andes (Yornet Ventura, 2019).

¿Qué son las pircas?

Las pircas son muros de piedra que los pueblos originarios construyeron desde tiempos precolombinos, es decir, antes de la llegada de los españoles a América (Figura 3). Se usaban para construir viviendas, corrales y otros espacios importantes (Sardina *et al.*, 2023).



Figura 3. Pirca postcolombina en zona de Pueblo Escondido, 1910 m.s.n.m.

Las pircas son uno de los elementos culturales del paisaje serrano presentes en toda la cuenca. El origen de esta palabra proviene del quechua *pirqa* que significa pared. Lo particular de las pircas es que están hechas solo con piedras locales, sin usar ningún tipo de cemento o mezcla para unir las. Por esta razón, suelen ser muros anchos, de entre 80 centímetros y 1,20 metros, pero no muy altos, ya que generalmente no superan los 2 metros.

Construir una pirca requiere mucha habilidad y conocimiento, porque cada piedra debe colocarse en el lugar justo para que el muro sea estable y no se derrumbe. Estas técnicas se han transmitido de generación en generación, especialmente entre los pueblos del noroeste argentino, quienes han sabido mantener viva esta forma de construcción tradicional (Debenedetti, 1930).

Gracias a esos conocimientos y a la dedicación de los maestros pircadores (expertos en esta técnica), hoy en día es posible restaurar construcciones históricas, como el Pucará de Tilcara, una antigua fortaleza indígena (Casanova, 1950).

Si bien pertenecen al periodo rural, estas pircas reflejan una impecable técnica de construcción para delimitar sectores. Se estima que tienen una antigüedad entre 100 y 200 años, dado que en esa época no existía el alambrado (Sbarra, 1955 y Barsky y Felman, 2001). Sin embargo, previo a la introducción del alambrado en la región pampeana, existieron otras prácticas de delimitación de los campos, tales como el zanjeado, los corrales de

palo a pique, los corrales de lienzo o de piedra y el denominado *cercos vivos*, conformado por ramas y plantas espinosas y enmarañadas.

Pardo (2023), señala que con el objetivo de monitorear las pircas para su preservación, se realizó un relevamiento en un área de aproximadamente 2 000 has., logrando identificar y medir 21,5 kilómetros de pircas entre líneas completas y fragmentadas (Figura 4). Se puede observar su forma poligonal y en algunas esquinas con ángulos más cerrados lo que se presume serían lugares de encierre. En base a lo relevado y tomando toda la superficie de la cuenca podemos estimar un potencial de 650 km de pircas.

La comisión de arqueólogos de la Dirección de Patrimonio Cultural de Córdoba Cultura en el informe ya mencionado sobre los sitios arqueológicos, sugiere que ese sistema de pircas es de carácter histórico patrimonial posiblemente vinculadas al periodo colonial que habría formado parte de la antigua Estancia Los Sauces de San Lorenzo de Licsin (Agencia Córdoba Cultura, 2023).

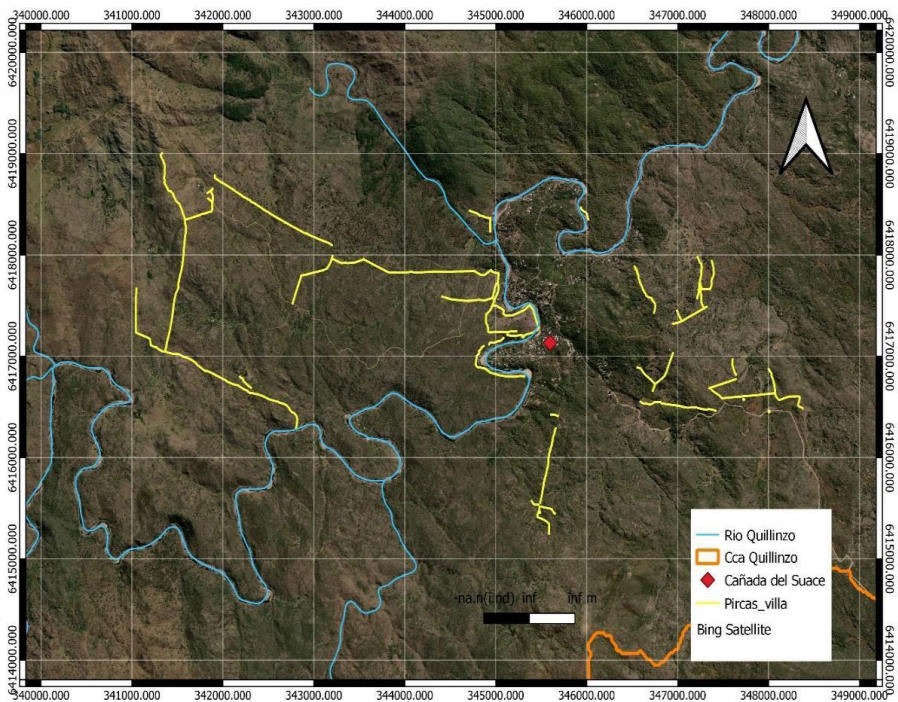


Figura 4. Mapa de relevamiento de pircas en Cañada del Sauce en el año 2020 (Extraído de Pardo, 2023).

Población y desarrollo de la infraestructura de caminos

Según Celton (1994) y Carbonari y Coccilovo (2004), el primer censo poblacional de la provincia de Córdoba realizado en 1778, registró 43 764 personas (europeo, indio/mestizo, negro/mulato/pardo/ e ignorado).

El proceso de mestizaje de grupos étnicos con los descendientes originales comechingones, determinó un tipo físico con características diversas, teniendo en cuenta el aporte indígena. Las referencias describen a individuos altos, barbados y de ojos claros, mestizados con los criollos y con la población negra que hizo un importante aporte genético, dando un tipo físico especial que aún puede observarse en algunos rasgos de la población serrana descendientes de aquellas familias más tradicionales (Pardo, 2023).

En esta etapa colonial ya se definen caminos, muchos de los cuales usamos actualmente. Al irse consolidando la región como un importante polo productivo ganadero de ovejas y mulas (que desplazaron los camélidos originarios), integrado al Virreinato del Alto Perú, se necesitaron caminos para atravesar las sierras de norte a sur y de este a oeste vinculando la cuenca con el norte de Córdoba, San Luis, Mendoza y Chile. Pardo (2023), menciona que la Estancia del Sauce de San Lorenzo de Lictin llegó a tener más de 6 000 ovejas; por lo que esos caminos fueron usados para el arreo y comercialización o incluso para el contrabando, cuatreraje y malones de los indios (Figura 5).



Figura 5. Refugio de los contrabandistas. Pueblo Escondido – Cerro Áspero. 1.880 m.s.n.m.

Ya estaba el camino de piedemonte o Camino de la Costa (hoy Ruta Provincial N° 23), que desde la ciudad de Córdoba se dirigía hacia el sur

pasando por la Cruz, Villa Quillinzo, Amboy, Villa Amancay y Santa Rosa. Hacia el sur, continuando a Río de los Sauces, El Cano, Alpa Corral, San Bartolo y Las Tapias.

Menos conocido, se puede hacer referencia a lo que se denomina el Camino de las Mulas, que conectaba con la jurisdicción de la ciudad de San Luis por el de Luti y Merlo, lo que hace suponer una importante actividad productiva en la región vinculada a ambos lados de las sierras de Comechingones (Wagner, 1997). También se le ha llamado Camino de las Arrias.

Por entonces, se llegaba a Luti desde Cañada del Sauce, por el camino que se extendía entre los campos que antiguamente pertenecieron a Jerónimo Rodríguez, hasta llegar al actual campo de Froilán Pizarro.

Es muy probable que esta región, con sus estancias productivas, tuviera una importante conexión con Chile (cabe recordar que, hasta 1776, tanto la jurisdicción de San Luis como la de Mendoza pertenecían al Corrimiento o Reino de Chile).

Dentro de la región de la sierra se han mencionado tres caminos: el conocido como *del Alto*, que pasaría por Luti (N. del R.: Límite oeste de la cuenca); el Camino *del Medio*, que venía desde San Ignacio, La Cruz y Río de los Sauces; y el camino *del Bajo*, que recorría El Salto, Los Cóndores, La Dormida y Las Peñas. Asimismo, existían caminos alternativos que se usaban para desvíos, ya fuera por ataques de la población originaria o por desbordes de arroyos y ríos. En este punto, hay que recordar que no existían deslindes definidos entre las propiedades privadas. Con los cambios de la economía, las conexiones existentes se fueron perdiendo. Muchos de esos caminos dejaron de tener importancia, y pasaron a ser senderos de animales como los que circulan entre las pircas divisorias de campos y arroyos subsidiarios (Pardo, 2023).

¿De dónde proviene el nombre del río Quillinzo?

El origen del nombre Quillinzo no cuenta con un registro escrito, ya que los pueblos originarios de la región, los Comechingones, no tenían una escritura desarrollada. Si bien su significado exacto se desconoce, se cree que podría estar vinculado a características naturales del río o su entorno. Según relatos locales, Quillinzo significa *aguas que curan*, reflejando las creencias de sus antiguos habitantes.

Cuenca hidrográfica: generalidades y funcionamiento

Las cuencas hidrográficas que tienen lugar en las áreas serranas de la provincia de Córdoba, como la cuenca del río Quillín, presentan características geológicas, biológicas y climáticas fundamentales no solo para el sostenimiento de ecosistemas locales y la recarga regional de los sistemas hidrológicos, sino por su rol clave en el desarrollo de numerosas actividades humanas.

Pero, ¿qué es exactamente una cuenca hidrográfica?

Se define como aquella región drenada por un río y sus tributarios, en la que el agua superficial fluye por gravedad hacia un punto de salida. La cuenca está delimitada por sectores topográficamente elevados, como montañas o colinas, denominados divisoria de aguas (Figura 8). En términos simples, funciona como un embudo gigante: recoge el agua a través de vertientes, arroyos y ríos, guiándola hacia un destino común (Brichi y Degioanni, 2006). Una parte del agua que precipita dentro de los límites de la cuenca es captada por la red de drenaje, viajando a través de cursos menores (afluentes) que desembocan en cursos mayores (colectores). Como se observa en la Figura 8, una cuenca puede contener un cierto número de subcuencas en su interior, cada una asociada a un curso respectivo. Generalmente, el nombre de la cuenca corresponde al río principal que drena toda la región, encargado de recolectar y transportar los escurrimientos superficiales hacia el punto de salida.

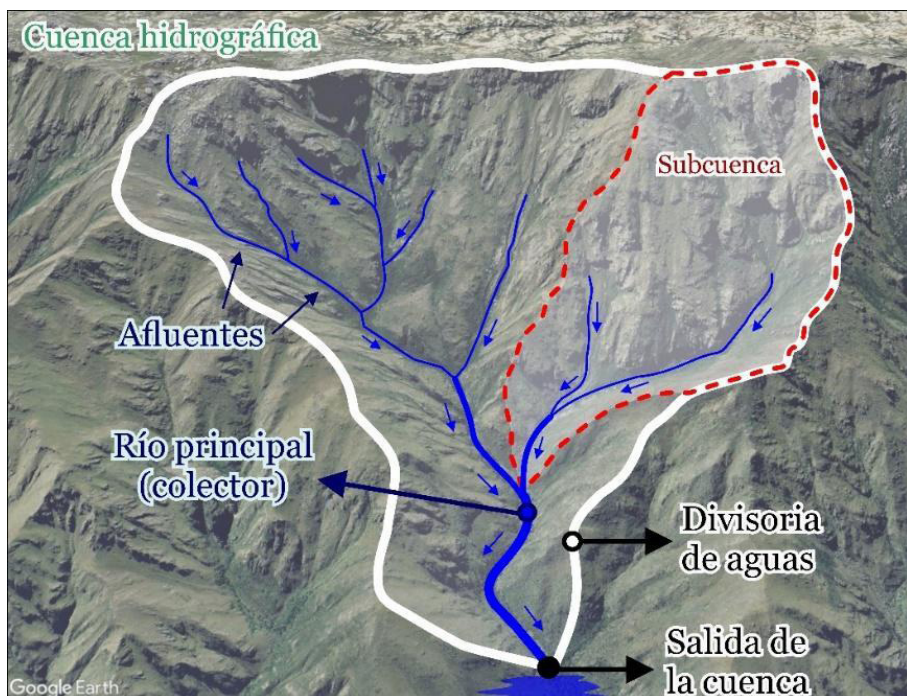


Figura 8. Esquema simplificado de una cuenca hidrográfica y sus componentes principales.

En general, una cuenca hidrográfica involucra tres zonas principales: cuenca alta, media y baja, cada una con características y procesos geológicos particulares (Figura 9). A su vez, cuenta con varios componentes clave que interactúan en el ciclo del agua, según el criterio de Chorley, Schumm y Sugden (1984):

- Divisorias de aguas: fronteras naturales que delimitan la cuenca.
- Vías de escurrimiento: incluyen vertientes, arroyos y ríos que transportan el agua a través de la cuenca.
- Lagos y embalses: cuerpos de agua superficial que acumulan y almacenan el recurso hídrico.
- Acuíferos: formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir el agua subterránea, constituyendo una importante fuente y reserva del recurso hídrico.

- Suelo y vegetación: influyen en la absorción y escorrentía del agua.
- Zonas de recarga y descarga: áreas donde el agua entra o sale del sistema subterráneo.

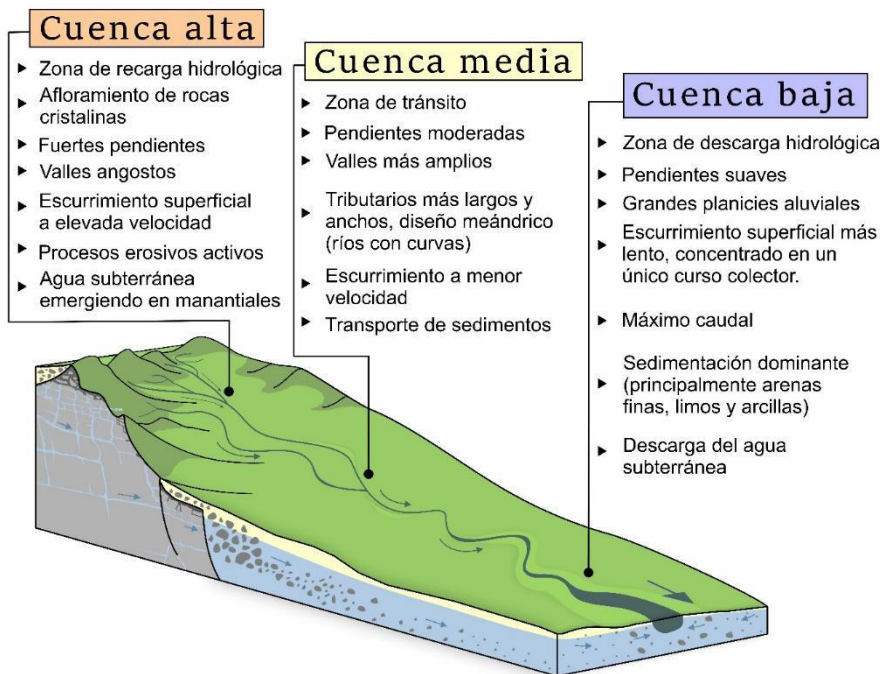


Figura 9. Partes de una cuenca hidrográfica y características generales de cada una.

El paisaje, entendido como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población y cuyo carácter es el resultado de la acción e interacción entre factores naturales y/o humanos (Consejo de Europa, 2000), desempeña un papel esencial en el funcionamiento de una cuenca hidrográfica. Las características físicas de las áreas montañosas determinan los patrones de flujo y la capacidad de acumulación del agua, mientras que la vegetación, como los bosques y praderas, favorece la absorción y ayuda a prevenir la erosión del suelo. Por otro lado, las áreas urbanizadas tienden a aumentar la escorrentía y la contaminación, lo que resalta la importancia de mantener un paisaje saludable y equilibrado. Como veremos a continuación, estos y muchos otros factores influyen directamente en el movimiento, la cantidad y la calidad del agua de una cuenca hidrográfica.

Descripción general de la Cuenca del río Quillínz y área de muestreo

Según el enfoque holístico de la ecología del paisaje propuesto por Naveh *et al.* (2001), el entorno natural no solo regula el flujo hídrico, sino que también enriquece la vida cultural de las comunidades locales. El acceso al agua influye en la distribución de la población, las especies de cultivos viables y las prácticas agrícolas predominantes. Además, el agua desempeña un rol central en actividades como la pesca, el transporte y las festividades o rituales vinculados a este recurso. Así, la cuenca hidrográfica no sólo estructura la vida material de las comunidades, sino que también moldea su identidad cultural, fortaleciendo el vínculo entre naturaleza y cultura.

Para comprender el funcionamiento de cualquier cuenca hidrográfica, es esencial formularse preguntas clave que nos orienten hacia sus características más importantes: ¿Qué extensión y forma posee la cuenca? ¿Qué tipos de relieves la caracterizan? ¿Qué clase de rocas y sedimentos atraviesa el curso principal y sus afluentes? ¿Cómo se comporta durante eventos de crecida? ¿De qué manera varía la calidad del agua a lo largo de su recorrido?

Los aspectos sociales y económicos son igualmente determinantes en la gestión de los recursos hídricos. Una cuenca influye directamente en la vida cotidiana de las comunidades, desde el acceso al agua potable hasta las opciones de recreación. En términos económicos, el agua es indispensable para la agricultura, la industria y el desarrollo urbano. Por ello, las decisiones relacionadas con su gestión tienen implicancias directas para la sostenibilidad de los recursos y la calidad de vida de las personas. Una administración adecuada puede mitigar riesgos como inundaciones, garantizar el abastecimiento durante períodos de sequía y preservar la calidad del recurso.

Por último, el paisaje humanizado de una cuenca refleja las transformaciones que las actividades humanas han generado en el entorno natural. Esto incluye la construcción de infraestructuras como presas y caminos, así como la modificación de suelos para usos agrícolas o urbanos. Analizar cómo las prácticas de asentamiento y conservación han moldeado la cuenca permite entender la historia de interacción, coexistencia y transformación entre las sociedades humanas y su entorno natural (Giayetto y Zak, 2019).

Nos proponemos como objetivo, describir la cuenca del río Quillínz con un enfoque holístico y analizar aspectos fundamentales de su vulnera-

bilidad ante el avance de los asentamientos urbanos, producción agropecuaria y turismo.

Marco regional y ubicación de la cuenca

La cuenca del río Quillinzo se ubica en la provincia de Córdoba, departamento de Calamuchita. Integra la cuenca del río Ctalamochita, uno de los sistemas fluviales más importantes del territorio cordobés (Figura 10). El río Ctalamochita, también conocido como río Tercero, nace en la vertiente oriental de la Sierra de Comechingones (perteneciente a las Sierras Pampeanas de Córdoba) a partir de la confluencia de importantes cursos serranos (Figura 11).

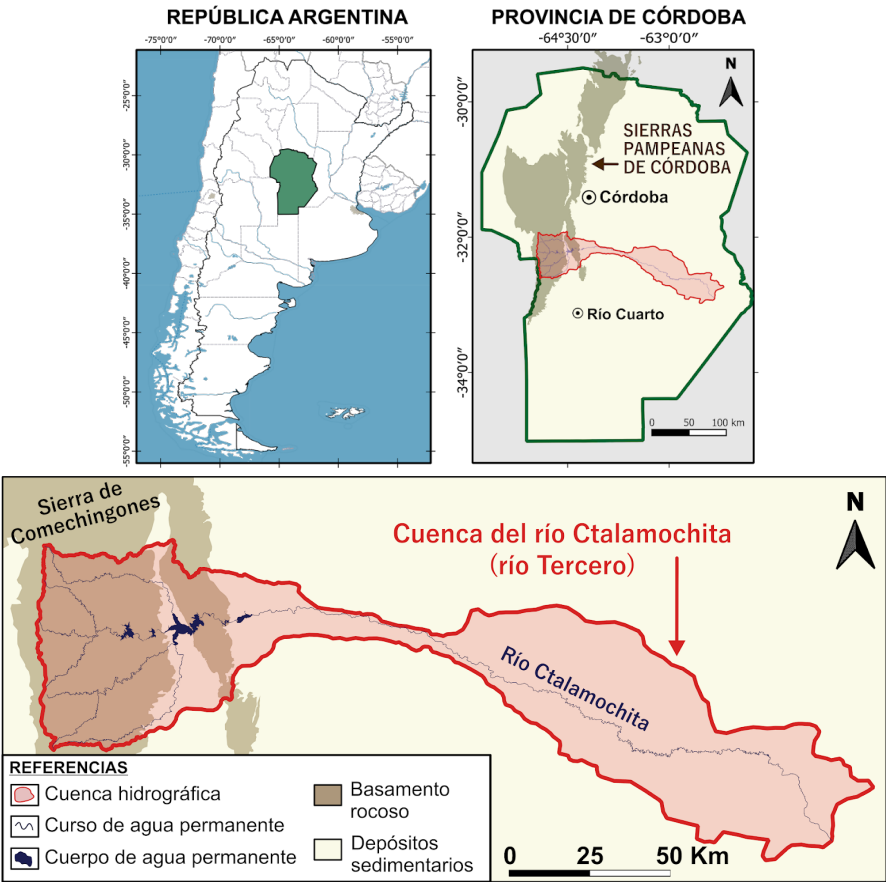


Figura 10. Ubicación de la cuenca hidrográfica del río Ctalamochita (río Tercero).

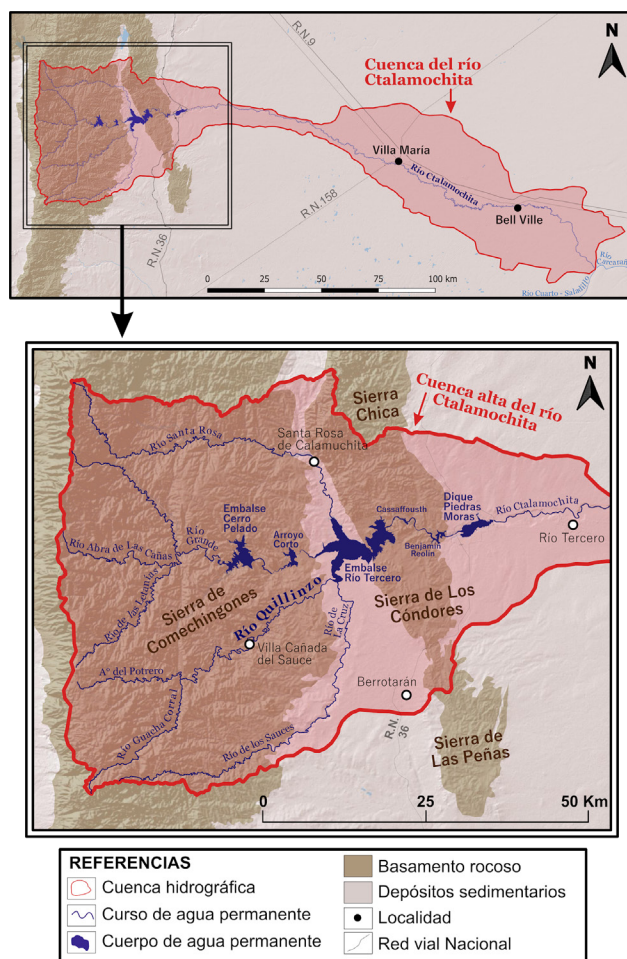


Figura 11. Detalle de la cuenca alta del río Ctlamochita.

En este sector de la sierra (cuenca alta), una importante red de arroyos y ríos serranos transportan y descargan sus escurrimientos en seis cuerpos de agua interconectados, los que cumplen varias funciones: regulan los caudales, generan energía eléctrica, abastecen a la población de agua para consumo y fomentan el turismo. Entre ellos, se destacan los embalses Cerro Pelado, Río Tercero y Piedras Moras, que se distinguen por su gran capacidad de almacenamiento de agua. Mientras que el río Grande y el arroyo Lutti aportan al Embalse Cerro Pelado, el arroyo Amboy y los ríos Santa Rosa, de Los Sauces-La Cruz y Quillín descargan sus aguas en el Embalse Río Tercero (Figura 12).

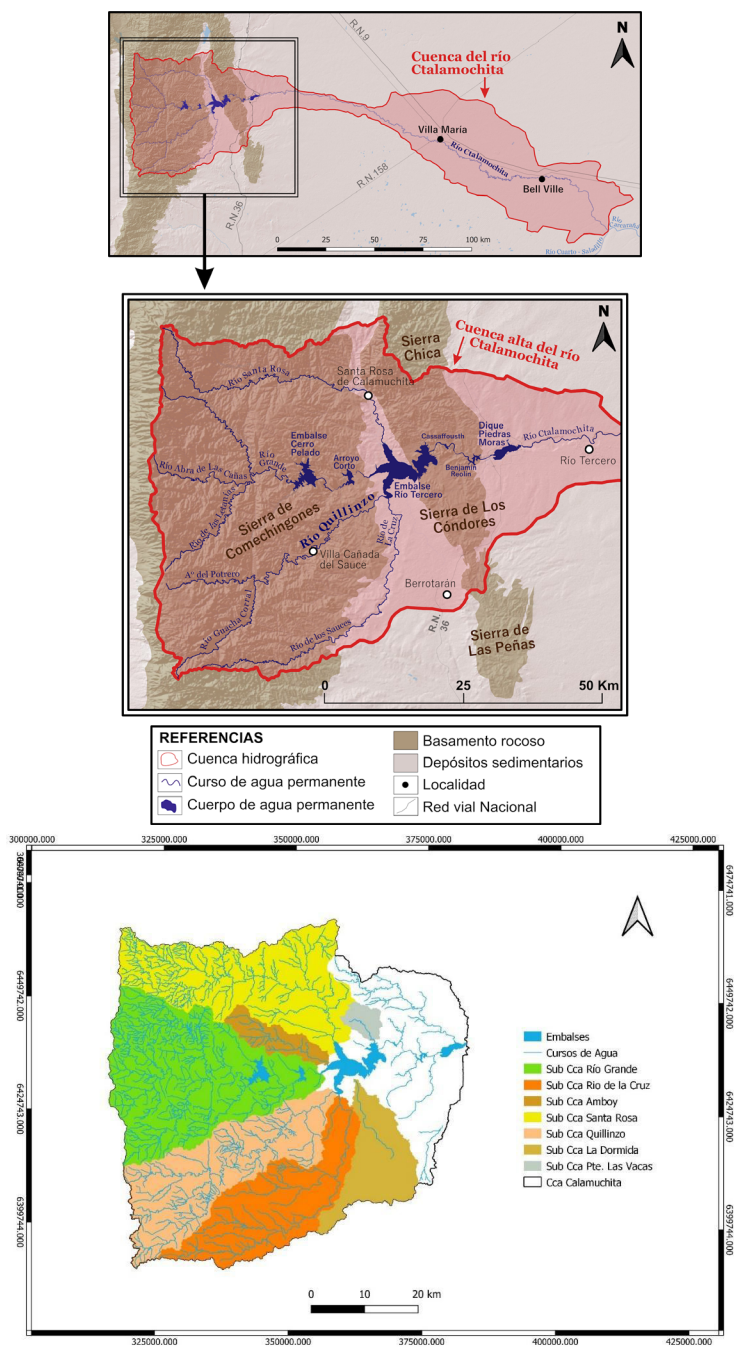


Figura 12. Subcuencas del río Ctlamochita (río Tercero). Elaboración mediante Software Qgis 3.28.9

A su salida, el río Ctalamochita atraviesa los embalses Ingeniero Cassaffousth e Ingeniero Reolín, para posteriormente ingresar al Dique Piedras Moras (Figura 12). A partir de aquí, el río Ctalamochita recorre más de 200 km hacia el este sobre una extensa planicie (cuenca media y baja), se une al río Cuarto-Saladillo y da lugar al río Carcarañá.

El área de estudio fue en la comuna de Villa Cañada del Sauce. Escogimos tres puntos de muestreo del río Ctalamochita (Figura 13) los que se localizaron antes de la Comuna de Villa Cañada del Sauce (punto 1, *Piedra Pérez*), en la comuna (punto 2, *Puente*) y a la salida de la misma (punto 3, *Playa de Terzaga*).

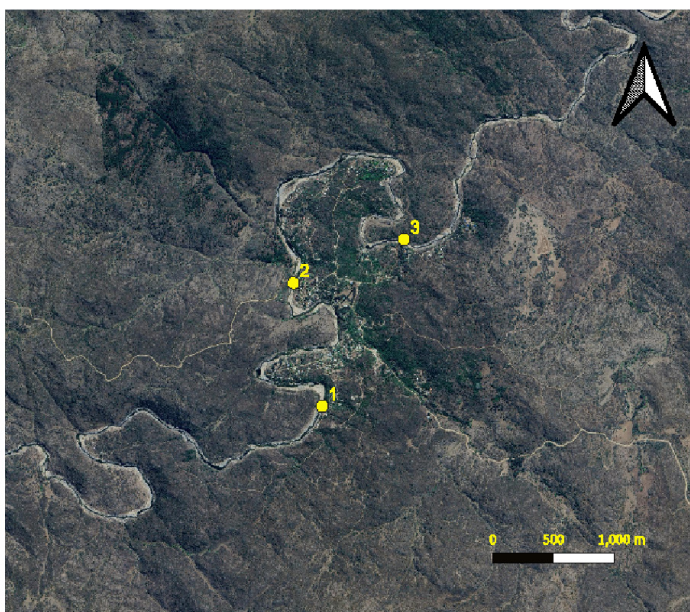


Figura 13. Localización de los sitios de muestreo (Elaboración Prof. Gabriel Espósito).

Caracterización general de la cuenca del río Quillínzo

La cuenca del río Quillínzo (Figura 14) limita al oeste con la provincia de San Luis en el filo de la Sierra de Comechingones, al sur con la cuenca del Río Cuarto, al este con la cuenca del río de Los Sauces-La Cruz y al norte con la cuenca del río Grande. Tiene un perímetro de 163,6 km y drena un área de aproximadamente 612 km² (61 200 has.), ocupando las pedanías

de Cañada de Álvarez y parte de Río de Los Sauces. Se trata de una cuenca interprovincial exorreica (cuenca hidrográfica cuyas aguas desembocan en el mar o en un océano), de forma relativamente alargada y orientada en sentido Suroeste-Noreste, cuyo río principal nace en el extremo occidental y desemboca en el embalse del Río Tercero.

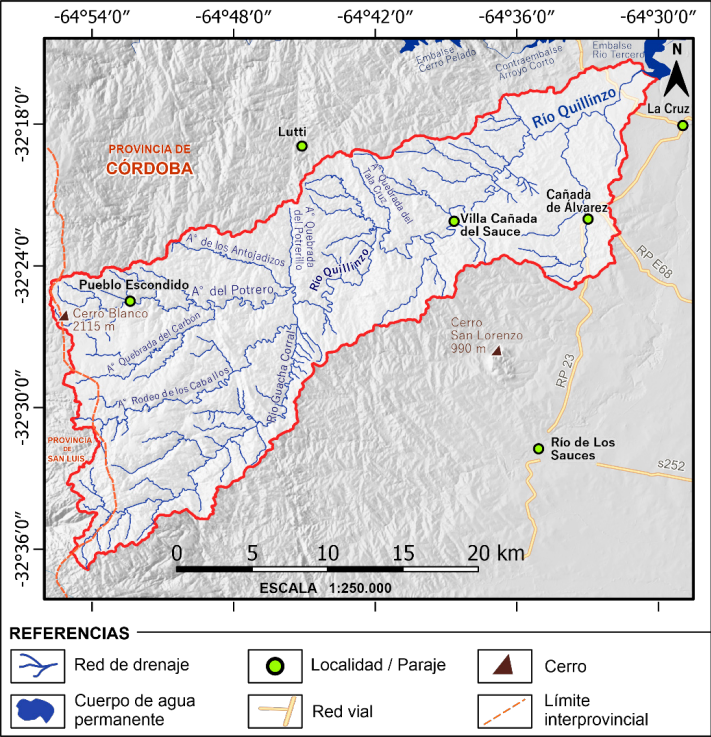


Figura 14. Cuenca del río Quillínz. Afluentes principales y sitios geográficos de interés.

Desde un punto de vista gubernamental, tiene representantes en la Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca del Río Carcarañá (CIRC) conformada por las provincias de Córdoba, Santa Fe, y el Estado Nacional. Está dentro de la Comunidad Regional Calamuchita (Ley Prov. N° 9206). Incluida en las Áreas Naturales Protegidas: Reserva Hídrica Calamuchitana (Ley 8844) y Reserva Recreativa Natural Calamuchitana (Ley 8845).

Aspectos geológicos y geomorfológicos de la cuenca

La cuenca del río Quillinzo adquiere características típicas de cuenca alta: pendiente general elevada, grandes desniveles topográficos entre la cima de los cerros y los valles, procesos erosivos activos, afloramiento de rocas del basamento cristalino y estructuras geológicas que controlan la morfología de la red de drenaje.

Las mayores altitudes de la cuenca varían entre 1800 y 2150 m.s.n.m. y se ubican en una zona de relieves semiplanos y cumbres suavizadas comúnmente llamadas pampas de altura donde el basamento cristalino, compuesto por rocas graníticas y metamórficas, se encuentra parcialmente cubierto por sedimentos muy finos, conocidos como loess (Figura 15). Esta región contiene a la divisoria regional, la cual separa las aguas que fluyen hacia el este (cuenca del río Quillinzo) de aquellas que se dirigen al oeste, hacia la provincia de San Luis (Figura 16).



Figura 15. Perfil litológico relevado en el área cumbre de la sierra, característico de las pampas de altura.

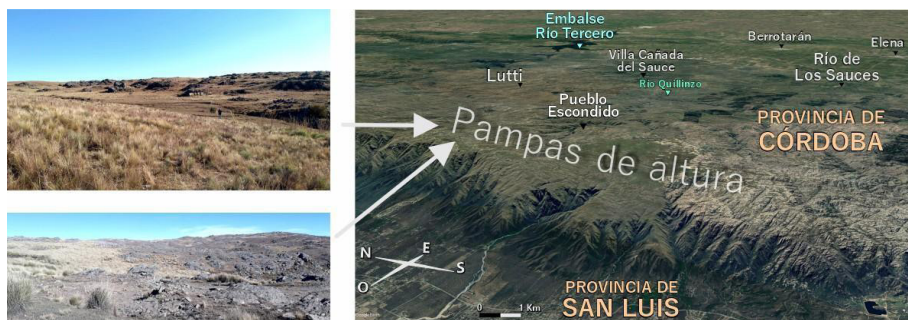


Figura 16. Relieves aplanados (pampas de altura) ubicados en el área cumbral de la Sierra de Comechingones, donde nacen los afluentes del río Quillín.

Los arroyos y ríos de cauces menores que nacen en la parte alta de la sierra no han erosionado mucho el terreno, por lo que sus cauces no son profundos (se denominan de baja incisión fluvial). Además, el dibujo que forman estos cursos de agua al unirse no es muy claro ni sigue un patrón definido. Estos se integran a una red fluvial de mayor importancia, más incidida y controlada por numerosas fallas y fracturas (Figura 17), donde se destacan dos afluentes principales: el **arroyo del Potrero**, en el que descargan sus aguas los arroyos Quebrada del Potrerillo, de los Atajadizos, Las Perdicitas, del Bosque, del Tigre, del Medio y el de la Quebrada del Carbón, y el **río Guacha Corral**, el cual colecta agua de numerosos cursos, destacándose los arroyos Quebrada Maschingo y Rodeo de Los Caballos.



Figura 17. Afluentes del río Quillín encajados en valles interserranos fuertemente incididos (izquierda: arroyo del Tigre; derecha: río Guacha Corral).

De la unión entre el río Guacha Corral y el arroyo del Potrero nace el río Quillinzo, cuya longitud hasta su desembocadura en el Embalse Río Tercero alcanza aproximadamente 61 km. Este tramo del río se dispone sobre cotas cercanas a los 1000 m.s.n.m., decreciendo progresivamente en altitud hacia el noreste, con una pendiente promedio de 1,4% hasta alcanzar el nivel de base local, a los 530 m.s.n.m. En todo su recorrido, recibe el aporte de los arroyos Quebrada de Rodeo Viejo, Quebrada del Tala Cruz, del Pescadero, La Saucera, Carahuasi, Quebrada de Álvarez y otros cursos menores sin denominación. En conjunto, configuran una red de drenaje subdendrítica a subangular, caracterizada por canales angostos y rectilíneos desarrollados sobre un relieve rocoso ondulado y en general instalados en amplios valles interserranos que muestran una menor incisión fluvial respecto a los mencionados anteriormente (Figura 18).



Figura 18. Diferentes vistas del río Quillinzo sobre el tramo central de la cuenca, donde la incisión fluvial de la red de drenaje disminuye respecto a cuenca alta.

El entorno serrano de la cuenca del río Quillinzo muestra una gran diversidad de rocas y estructuras que son el resultado de una compleja y

larga evolución geológica, marcada por diferentes eventos de metamorfismo, deformación y magmatismo. Las rocas que conforman el basamento cristalino se formaron hace cientos de millones de años, entre el Neoproterozoico y el Paleozoico medio, asociados a la ocurrencia de sucesivos ciclos orogénicos planteados y discutidos en numerosos trabajos (González Bonorino, 1950; Aceñolaza y Toselli, 1976; Rapela *et al.*, 2007; Steenken *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2014, entre otros). Durante el período Cenozoico, cuando la Cordillera de los Andes se estaba formando por el choque de placas tectónicas (un proceso llamado orogenia Andina), se activaron viejas “fracturas” o debilidades que ya existían en la Tierra. Esto provocó que algunas porciones de terreno se elevaran y se inclinaran, formando bloques montañosos. Estos bloques están separados por fallas inversas, que son un tipo de ruptura donde una parte de la tierra se mueve por encima de otra (Jordan y Allmendinger, 1986; Ramos *et al.*, 2014).

Debido a la naturaleza frágil de las rocas que componen el basamento cristalino, el relieve serrano exhibe una densa red de fracturas de diferente magnitud y características (longitud, apertura, desplazamiento, orientación, etc.) que han dejado una clara huella en el paisaje. La dinámica de los cursos y la morfología de la red de drenaje de la cuenca están directamente influenciadas por esta geología estructural. Los arroyos y ríos siguen, en muchos casos, los patrones generados por la fracturación del basamento, dando lugar a cursos rectilíneos y angulosos que reflejan la presencia de diferentes sistemas de fracturas, lineamientos y fallas geológicas.

La distribución espacial de estas litologías y los principales rasgos estructurales pueden observarse en el mapa de la Figura 19.

En la cuenca estudiada, el basamento está integrado por rocas metamórficas del Complejo Metamórfico Comechingones (Martino *et al.*, 1995), unidad que incluye una variedad de rocas transformadas por altas presiones y temperaturas. De este grupo predominan las migmatitas, gneises, esquistos y, en menor medida, anfíbolitas y mármoles (Figura 20), entre otras litologías. Además de estas metamorfitas, en la zona afloran pequeños cuerpos intrusivos (rocas ígneas), como el Plutón Los Colorados y el Granito Cañada de Álvarez (Candiani *et al.*, 2016). Estos muestran una textura granular característica y una coloración que varía entre gris rosado a rojizo, dándole un tono distintivo al paisaje.

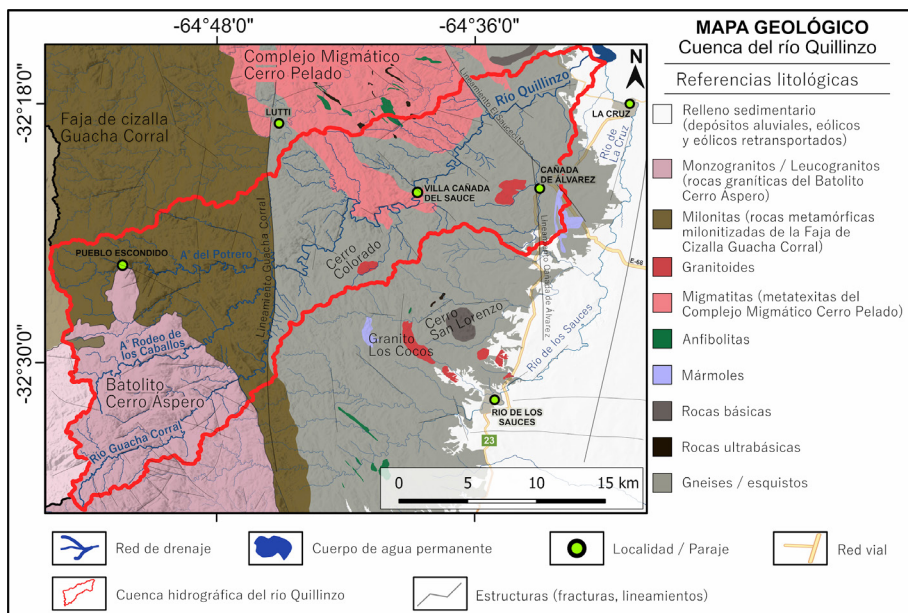


Figura 19. Mapa geológico de la cuenca del río Quillínz y su entorno serrano.



Figura 20. Aspecto típico de rocas metamórficas presentes en la cuenca del río Quillínz. Izquierda: afloramiento de gneises biotíticos. Centro: rocas migmatíticas características de la zona. Derecha: Bancos de mármol y anfibolitas presentes en el Cerro Blanco (Las Caleras).

Hacia el oeste, se extiende una amplia zona donde afloran rocas metamórficas altamente deformadas, conocidas como milonitas (Figura 21). Estas rocas se formaron en las profundidades de la corteza a lo largo de una antigua zona de intensa deformación dúctil, denominada Faja de Cizalla Guacha Corral (Martino, 2003; Fagiano, 2007). Estas litologías también hospedan pegmatitas graníticas, un tipo de roca ígnea que se distingue por desarrollar cristales minerales de gran tamaño, como cuarzo, plagioclasas, feldespatos y micas (Figura 22) y que han sido estudiadas por su contenido en metales y la presencia de minerales con aplicaciones industriales (Rigal, 1938; Galliski, 1999, Demartis *et al.*, 2009).



Figura 21. Rocas de la serie de las milonitas, pertenecientes a la Faja de Cizalla Guacha Corral.



Figura 22. Afloramientos pegmatíticos del sector occidental de la cuenca.

Hacia el extremo suroeste de la cuenca, se encuentra uno de los intrusivos más grandes de la región: el Batolito Cerro Áspero. Se trata de un cuerpo ígneo de grandes dimensiones y geometría semi-circular en planta, compuesto principalmente por rocas graníticas (Pinotti, *et al.*, 2002) cuya formación tuvo lugar a partir del lento enfriamiento en profundidad de grandes volúmenes de magma. Este batolito se caracteriza por su relieve de crestas, domos y colinas suavemente onduladas y está fuertemente condicionado por su intenso fracturamiento. Los diferentes sistemas de diaclasas

que lo caracterizan, junto con la acción de agentes externos como el viento, el agua y los cambios de temperatura, han facilitado la erosión diferencial y el desarrollo de formas características del modelado granítico, como bloques apilados, rocas pedestales, cavidades (tafonis), etc. (Figura 23). Las rocas aquí presentes se clasifican principalmente como monzogranitos y leucogranitos, compuestos por cuarzo, feldespatos (potásico y plagioclasa) y micas (biotita y muscovita), con minerales accesorios como apatita y circón, entre otros (Figura 24) (Pinotti *et al.*, 2014).



Figura 23. Afloramientos de rocas graníticas del Batolito Cerro Áspero y geoformas asociadas.

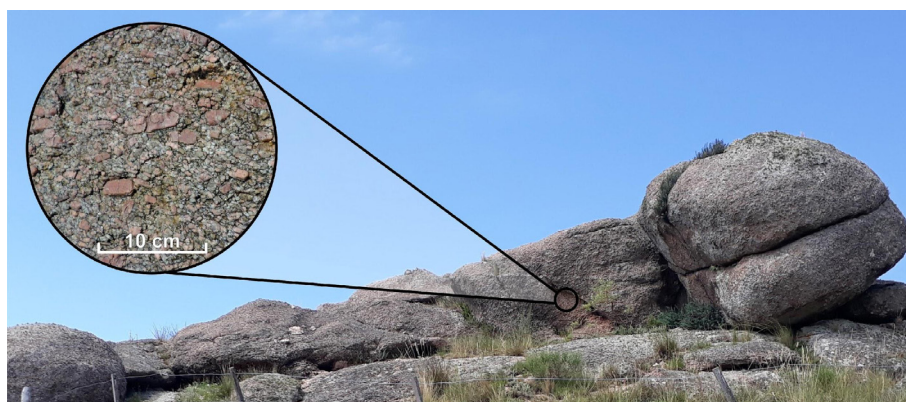


Figura 24. Detalle de la textura granular típica de una roca granítica.

El Batolito Cerro Áspero se caracteriza, además, por hospedar las mayores concentraciones de fluorita de las Sierras Pampeanas (Coniglio, 2006). Estas mineralizaciones se encuentran en vetas subverticales de escaso espesor, aunque considerable profundidad (200 m), tanto dentro del batolito como en sectores muy próximos a su contacto con las rocas miloníticas encajantes (Coniglio *et al.*, 2010). Están constituidas predominantemente por fluorita-calcedonia, presentan texturas que varían desde macizas hasta bandeadas y muestran una distintiva gama de colores que incluyen predominantemente tonalidades de púrpura, blanco y violeta (Figura 25) (Coniglio *et al.*, 2010). La mina Los Cerros Negros está en producción desde 1991 a un ritmo de 1500 toneladas por mes (Coniglio *et al.*, 2010) y cuenta con una planta de beneficio por flotación que permite producir fluorita de grados ácido, cerámico y metalúrgico (Bonalumi *et al.*, 2014).



Figura 25. Ejemplares de fluorita bandeada provenientes de vetas presentes en el Batolito Cerro Áspero.

Como se menciona en el texto, el paisaje serrano presenta anchos valles de fondo plano y vertientes suavizadas, características derivadas del fuerte control estructural de la sierra, la acción de antiguas redes fluviales y la presencia de un relleno sedimentario más reciente, fundamentalmente del período Cuaternario. La granulometría de los materiales presentes en estos sectores es muy variable y pueden hallarse desde sedimentos loésicos (partículas muy finas como las descritas en las pampas de altura) y arenas (finas, medias y gruesas) hasta gravas y bloques de roca de gran tamaño (Figura 26), lo que refleja el accionar de diversos procesos y agentes naturales (por ejemplo, sistemas fluviales, viento, remoción en masa, etc.) que durante largos períodos los han transportado y depositado y que, en la actualidad, están siendo erosionados por los sistemas fluviales actuales.



Figura 26. Izquierda: valle de fondo plano con relleno sedimentario moderno. Derecha: perfiles litológicos con sedimentos de variada granulometría (desde grandes bloques metamórficos, gravas y gravillas dispersas y arenas muy finas-limosas) y abundante materia orgánica.

El tramo final del río Quillinzo se desarrolla sobre el Valle de la Cruz. Este valle constituye una gran depresión estructural cuyos depósitos sedimentarios incluyen mantos eólicos de loess, secuencias limo-arenosas y depósitos arenosos y gravosos asociados al desarrollo de abanicos pedemontanos. En este sector de la cuenca, el canal del río Quillinzo adopta una forma más ensanchada y ligeramente sinuosa, y presenta un lecho compuesto en gran medida por arenas muy gruesas y gravas de composición cuarzo-feldespática (Figura 27).



Figura 27. Sedimentos del lecho del río Quillinzo en cercanías a su desembocadura en el Embalse Río Tercero.

El río Quillínz y sus tributarios reflejan una dinámica hidrológica típica de las áreas serranas de la provincia de Córdoba, donde el clima templado, las intensas lluvias estacionales y las características geológicas y topográficas condicionan el ciclo del agua. Las zonas altas actúan como áreas de recarga, captando agua de lluvia que puede fluir superficialmente o infiltrarse en el terreno y viajar a través de fracturas del acuífero rocoso hacia los valles y ríos, ubicados en sectores topográficamente más bajos. Estas aguas, de baja salinidad y composición bicarbonatada sódico-cálcica, evidencian una rápida circulación y una baja interacción con los sedimentos y rocas del medio.

A medida que el río Quillínz avanza hacia sectores más bajos de la cuenca, su dinámica se ve influenciada por el aporte subterráneo y superficial mencionado, así como por el efecto de las intensas precipitaciones, que pueden generar crecidas súbitas. En cercanías a su desembocadura, el río mantiene un caudal medio de $12 \text{ m}^3/\text{s}$, pero durante eventos de lluvias extraordinarias, su respuesta hidrológica es rápida y marcada, alcanzando caudales de hasta $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Un caso extremo ocurrió el 21 de marzo de 2023, cuando en la estación de monitoreo APRHI (tecnología Omixon), ubicada en el puente de la RP23 en Villa Quillínz, se registró un caudal de hasta $1040 \text{ m}^3/\text{s}$, superando temporalmente la capacidad de medición del sensor.

El marcado contraste entre períodos de estiaje y crecidas resalta la importancia de comprender la interacción entre la geología, la geomorfología y el régimen de precipitaciones en la cuenca. En capítulos posteriores, exploraremos con mayor detalle cómo estos factores influyen en la calidad y disponibilidad del agua en el río Quillínz, así como en la gestión de los recursos hídricos en la región.

¿Qué entendemos por *Vulnerabilidad Ambiental*?

La *vulnerabilidad ambiental* es un concepto que se relaciona con la susceptibilidad o predisposición intrínseca del medio y los recursos naturales a sufrir un daño o una pérdida por eventos naturales o de origen socioeconómico (Pérez Figueredo, 2012).

Gaspari *et al.*, (2011), hacen referencia al concepto de vulnerabilidad aplicado a cuencas hidrográficas, afirmando que se manifiesta cuando se presentan fenómenos de carácter hidrometeorológico extremo (granizadas,

lluvias torrenciales, huracanes, inundaciones, sequías, tornados) y escenarios morfométricos críticos (alta pendiente, geomorfología abrupta, suelos poco profundos, uso del suelo sin medidas conservacionistas).

La vulnerabilidad ambiental en ríos montañosos se refiere a la susceptibilidad de estos ecosistemas a sufrir daños debido a factores naturales y antrópicos que alteran su equilibrio. Estos sistemas, caracterizados por su alta pendiente, caudal variable y dinámicas complejas, son especialmente sensibles a las perturbaciones debido a su fragilidad ecológica y geomorfológica (Pérez Figueredo, 2012).

Entre los principales factores que incrementan su vulnerabilidad se destacan:

1. Erosión y sedimentación: La remoción de la vegetación de ribera y las actividades humanas, como la deforestación o el pastoreo intensivo, incrementan la erosión del suelo y la sedimentación en los cauces. Esto puede modificar el flujo del río, afectando su estructura y biodiversidad.
2. Eventos extremos: Inundaciones, crecientes repentinas y deslizamientos son comunes en estos ambientes debido a las lluvias torrenciales, exacerbadas por el cambio climático.
3. Intervenciones humanas: La construcción de represas, caminos y la extracción de áridos alteran la dinámica natural del río y su capacidad de autorregulación.
4. Pérdida de biodiversidad: La degradación de hábitats afecta a especies acuáticas y terrestres que dependen de estos ecosistemas.

En los ríos montañosos, Gaspari *et al.*, (2011) señala que la vulnerabilidad ambiental se intensifica por la combinación de factores físicos (pendientes y suelos inestables) y presiones humanas, lo que exige estrategias de conservación integrales, como la restauración de la vegetación de ribera y la gestión sustentable del uso del suelo. La protección de estos ecosistemas es crucial, ya que actúan como reguladores hidrológicos y sostienen una biodiversidad única.

El estudio de la vulnerabilidad ambiental tiene por finalidad contribuir a prevenir o mitigar los impactos que puedan ocasionar los peligros a la población, su patrimonio y el ambiente.

La crecida repentina es la respuesta de una cuenca hidrográfica ante la ocurrencia de una precipitación que abarca total o parcialmente a su área de aporte. Implica la variación de los caudales y niveles en el tiempo. Tanto las características de la cuenca como de la precipitación definen la magnitud y severidad de la crecida.

Elaboración de un árbol de problemas para identificar factores que afectan la vulnerabilidad del río Quillín.

La construcción del árbol de problemas se origina en un encuentro organizado para cuidar nuestro territorio: Villa Cañada del Sauce y la cuenca del Río Ctalamochita. En la región de la cuenca alta del Río Ctalamochita (también conocido como Tercero), donde se encuentra el Embalse de Río Tercero, se llevó a cabo un plan para organizar y proteger nuestro territorio. Este plan se llama Programa de Ordenamiento Territorial.

Como parte de este programa, el viernes 11 de octubre de 2024, se realizó un taller muy interesante en Villa Cañada del Sauce. Desde las 5 de la tarde hasta las 7:30 de la noche, más de 50 vecinos de la localidad se reunieron en el salón de usos múltiples (SUM) de la comuna.

Este encuentro contó con la presencia de personas importantes que están trabajando en este proyecto: Pablo Riveros, el Director de Ordenamiento Territorial; Adrián Scorza, el Director de la Subcuenca del Embalse de Río Tercero; y Mauricio Acosta, el jefe comunal de Villa Cañada del Sauce.

¿Cómo se trabajó en el taller?

Mercedes Ferrero, del equipo de la Dirección de Ordenamiento Territorial de la provincia de Córdoba, fue la encargada de guiar el taller. Primero, explicó brevemente algunas ideas clave sobre cómo se organiza un territorio (el sistema territorial), los problemas que pueden afectarlo (procesos territoriales críticos) y cómo podemos planificar el futuro de manera estratégica y con la participación de todos.

Luego, los vecinos se dividieron en grupos para analizar la situación actual de la cuenca del río Quillín, que es una parte importante de la

Cuenca del Río Tercero. Para hacer este análisis, utilizaron una herramienta llamada **FODA**. Imaginen un cuadro dividido en cuatro partes:

- **Fortalezas:** ¿Qué cosas buenas tiene nuestra cuenca?
- **Oportunidades:** ¿Qué cosas buenas podrían pasar en el futuro para nuestra cuenca?
- **Debilidades:** ¿Qué problemas o puntos débiles tiene nuestra cuenca?
- **Amenazas:** ¿Qué cosas malas podrían pasar y dañar nuestra cuenca?

Al analizar las Fortalezas y Debilidades (que son características internas de la cuenca) y las Oportunidades y Amenazas (que vienen de afuera), los vecinos pudieron tener una visión clara de la situación.

Después de este análisis, y considerando otros factores, se construyó un árbol de problemas (que se muestra en la Figura 28). Esta es una herramienta visual que nos ayuda a entender un problema principal (en este caso, la vulnerabilidad de la cuenca del Río Quillín) identificando sus causas (las raíces del árbol) y sus efectos (las ramas y hojas).

En resumen, este taller fue un espacio donde los vecinos de Villa Cañada del Sauce pudieron participar activamente para entender los desafíos de su territorio y empezar a pensar en soluciones para proteger y mejorar la cuenca del Río Tercero. Esto es muy importante para asegurar un ambiente saludable para todos los seres vivos que dependen de esta región.

Este método ayuda a visualizar cómo distintos factores están interconectados y cómo una solución a una causa raíz podría afectar positivamente los efectos. Es una forma práctica y estructurada de descomponer un problema complejo en partes manejables y entenderlo mejor. Útil para la planificación y toma de decisiones, a la vez que ayuda a desglosar y entender los problemas complejos que afectan a una cuenca hidrográfica. Al identificar y analizar las causas y efectos de estos problemas, se puede:

- *Identificar causas raíces:* En lugar de abordar solo los síntomas superficiales, puedes ir más allá y atacar las causas profundas.
- *Visualizar conexiones:* Ver cómo los diferentes factores y problemas están interrelacionados.

- *Planificar soluciones efectivas:* Al entender mejor los problemas, puedes diseñar estrategias que tengan un mayor impacto positivo.
- *Facilitar la comunicación:* Un árbol de problemas puede ser una herramienta clara y visual para explicar la situación a otros interesados, como comunidades locales y tomadores de decisiones.
- *Aplicación a la problemática del agua en nuestra región:* un análisis de sus causas y consecuencias.

Para la elaboración del *árbol de problemas* se planteó la siguiente pregunta central: ¿por qué tenemos problemas con el agua en nuestra región? A partir de este interrogante se fueron delimitando las raíces, el tronco y la copa del árbol, de acuerdo a las siguientes causas y consecuencias del problema identificado (figura 28).

TRONCO EL ÁRBOL (problema central):

- Vulnerabilidad hídrica
- Producto del aumento de la escorrentía que causa la pérdida de permeabilidad de los suelos.

RAÍZ DEL ÁRBOL (causas):

Cambio Climático

- Produce mayor frecuencia de eventos extremos que afectan la permeabilidad del suelo e incrementan la escorrentía.

Cambio de uso del suelo

- Producto del desarrollo inmobiliario y la minería. La urbanización propaga especies invasoras que disminuyen la permeabilidad del suelo y aumenta la escorrentía.

El desmonte, el sobrepastoreo y los incendios

- Causan disminución de la cobertura vegetal y como consecuencia los mallines se degradan y ocasionan pérdida de permeabilidad del suelo y aumento de la escorrentía.
- El manejo ganadero inadecuado y el desarrollo inmobiliario sin planificación:
- Generan contaminación de los ríos, afecta la salud de las personas, el turismo y la economía.

COPA DEL ÁRBOL (efectos o consecuencias):

Pérdida de biodiversidad:

- Degradación del paisaje por la erosión hídrica que disminuye drásticamente el caudal de agua de los arroyos.

Colmatación del embalse

- Las crecientes extraordinarias arrastran sedimentos producidos por la erosión hídrica.

Amenazas a pueblos e infraestructuras

- Debido a las crecientes extraordinarias y la mala planificación urbana sin respetar las líneas de riberas.

Economía regional

- Los daños ocasionan la baja de la productividad ganadera, la contaminación de los ríos y eutrofización de los lagos.

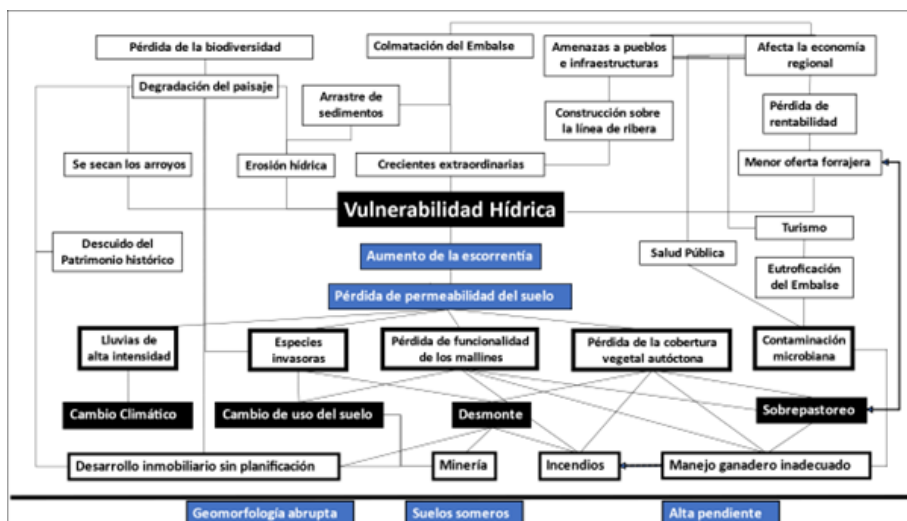


Figura 28. Árbol de problemas en forma gráfica.

Crónicas de la creciente del 22 de marzo de 2023

Los registros de lluvias de las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Quillínz o cercanas fueron muy importantes en la cuenca alta: Vallecitos: 158 mm, La Puente: 182 mm, Rodeo de los Caballos: 181 mm. En la cuenca media, la precipitación alcanzó los 108 mm en Villa Cañada del Sauce y 57 mm en Paso de Cabral. Había llovido días anteriores, por lo que la superficie del terreno se encontraba en condición AMC III (suelo húmedo). El temporal fue general. Las precipitaciones habrían iniciado aproximadamente a las 3:00, culminando a las 13:00 horas (Figura 29).

La medición del caudalímetro de la estación APRHI (Omixon), ubicada en el puente de la RP23 (Villa Quillínz), muy próximo a la desembocadura del río Quillínz en el Embalse Río III (Figura 30), midió normalmente hasta unos 1040 m³/s, hasta el momento en que la altura del caudal superó el sensor ubicado en el puente. Emitió fallas por un período de 40 minutos y luego continuó con esa lectura (información brindada por el Laboratorio Hidrometeorológico de Córdoba) (Figura 31).

Esta información valida los datos del modelo obtenido en HEC-HMS (Figura 31). Si bien las lluvias fueron de distinta cantidad e intensidad, el caudal máximo fue similar.

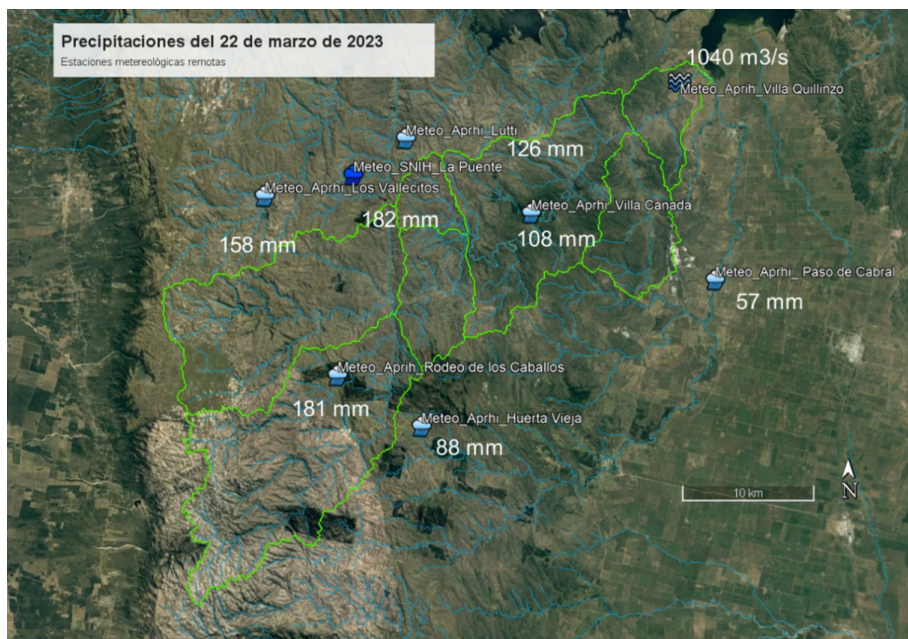


Figura 29. Precipitaciones del 23 marzo de 2023 y caudal máximo de salida. Fuente APRHi y Servicio Nacional de Información Hídrica.



Figura 30. Estación APRHi - Río Quillín. Puente RP 23 y sensor caudalímetro.

Este hidrograma (Figura 31) muestra cómo varía el caudal (la cantidad de agua que pasa por el río) a lo largo del día en la estación APRHi del Río Quillín (Puente RP23). Se observa que: al inicio del día, el caudal es relativamente bajo y estable. En un momento determinado (alrededor del

mediodía), el caudal empieza a subir bruscamente, lo que se conoce como una *creciente*. Esto suele ocurrir después de lluvias intensas o cuando se derrite nieve en la cuenca del río, aumentando el agua que escurre hacia él. Se alcanza un pico (el valor más alto) hacia la mitad de la tarde. Este pico es el momento de máximo caudal. Luego el caudal comienza a descender, pero todavía sigue relativamente elevado en comparación con el inicio del día, y va bajando de forma progresiva hasta la noche.

Simplificando:

La línea que sube y baja representa la respuesta del río a un aporte grande de agua (lluvias o deshielo). El pico máximo indica la hora en la que más agua estaba pasando por ese punto del río. La bajada posterior muestra cómo, poco a poco, el agua que llegó al río va disminuyendo, ya sea porque deja de llover o porque el exceso de agua escurre y se reparte más adelante en la cuenca. Es útil saber que estos cambios en el caudal pueden afectar a la flora y la fauna del río, ya que un aumento rápido del nivel de agua puede desplazar sedimentos, nutrientes y organismos, y también influir en la disponibilidad de oxígeno y el hábitat de las especies acuáticas.

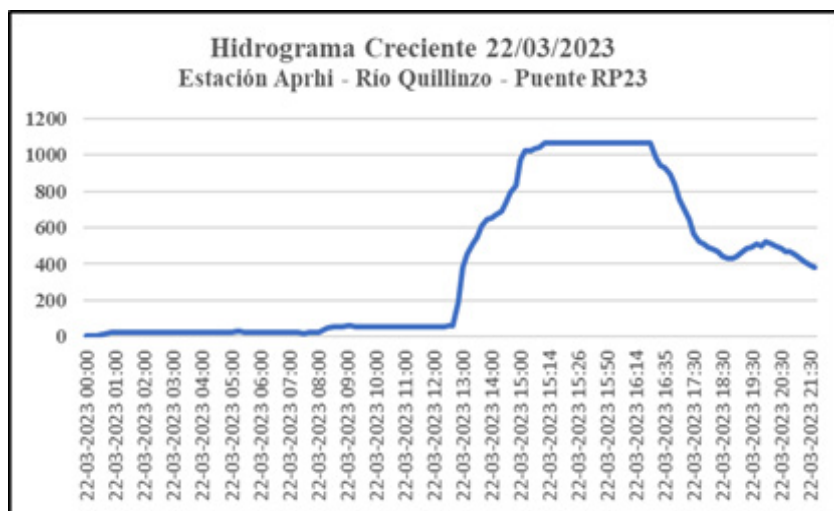


Figura 31. Pico de caudal medido en Estación APRHI (Puente RP23, 22/3/2023).

Los modelos hidrológicos proporcionan estimaciones de caudal y otras variables del ciclo hídrico en una cuenca. También analizan el efecto de la variabilidad climática, identifican eventos extremos y evalúan el impacto

de los cambios en el uso del suelo y la cobertura vegetal en el comportamiento de una cuenca. Predecir el comportamiento del agua en una cuenca hidrográfica es un potente instrumento para la gestión ambiental y el monitoreo de la vulnerabilidad hídrica. HEC-RAS (Sistema de Análisis Hidráulico de la Comisión de Ingenieros del Ejército de los EE. UU.) es una herramienta informática que permite simular el funcionamiento de la cuenca ante eventos extremos, como inundaciones y sequías.

Tomando como base el evento meteorológico del 23 de marzo de 2023, se utilizó una tormenta modelo de alta intensidad de 103.7 mm, similar a la ocurrida en promedio en toda la cuenca, y analizando la cobertura vegetal y características de los suelos el modelo determinó, en un contexto de suelo húmedo de lluvias previas, que el 61 % del agua de la lluvia infiltró en el suelo y el 39 % de la lluvia drenó y se canalizó por las vías de escurrimiento, arroyos, tributarios y formando la creciente del río Quillín. El pico de la creciente calculado de manera teórica por el modelo supera los 1000 m³/s, coincidiendo con los datos reales de la lluvia registrada.

En la figura 32, se muestran dos líneas que representan cómo varía el caudal del río (en m³/s) a lo largo del día bajo dos condiciones diferentes de humedad en el suelo antes de la lluvia:

- **Línea azul (AMC III húmedo):** El suelo ya estaba muy húmedo antes de la lluvia.
- **Línea naranja (AMC II media):** El suelo tenía una humedad moderada antes de la lluvia.

¿Qué vemos?

1. **La línea azul es más alta** casi en todo momento. Esto se debe a que, si el suelo ya está mojado, no puede absorber mucha más agua. Por eso, cuando llueve, el exceso de agua corre rápidamente hacia el río, aumentando el caudal.
2. **La línea naranja es más baja** porque, con un suelo menos húmedo, parte del agua de lluvia puede filtrarse, reduciendo la cantidad de agua que llega de golpe al río.
3. **Los picos** (las partes más altas de cada línea) indican los momentos en que el río alcanza su mayor caudal. En el caso del suelo húmedo

(línea azul), estos picos son más altos y pueden ocurrir antes, porque el agua fluye con más rapidez hacia el cauce.

Estos cambios bruscos de caudal pueden afectar a la vida acuática (arrastre de organismos, cambios en la cantidad de oxígeno disuelto, etc.). Además, un suelo saturado favorece la escorrentía y puede provocar crecidas más peligrosas para la fauna y flora ribereña. Resumiendo, el gráfico compara dos escenarios de lluvia con distinta humedad inicial en el suelo, mostrando que el suelo húmedo genera un aumento más rápido y elevado del caudal del río que el suelo con humedad media.

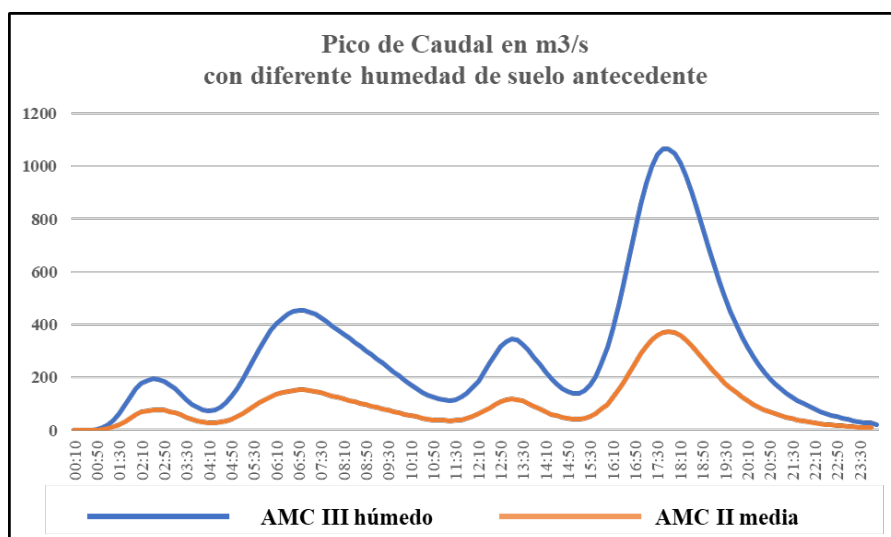


Figura 32. Caudal pico modelado en condición de suelo húmedo y de suelo seco.

A los fines de la gestión, se puede afirmar que la cuenca del Río Quillinzo logra superar los 1000 m³/s con una lluvia de 103,7 mm en 1 hora y 30 minutos en condición de AMC III (suelo húmedo). Ante precipitaciones de este tipo y en esas condiciones de humedad del suelo, debería considerarse la emisión de alertas de emergencia a la población.

Desde el punto de vista del planeamiento territorial, esta metodología demuestra la importancia de respetar una línea de ribera calculada con este volumen de agua. La misma consideración debe tenerse en cuenta para el diseño de puentes sobre el río.

Consecuencias de la creciente

Como se mencionó previamente, el día 22 de marzo de 2023 se produjo una creciente extraordinaria del río Quillinzo que destruyó infraestructura tales como el denominado Puente Videla (Figura 33). Según los habitantes de la zona, no existen recuerdos de un evento de tal magnitud. Esta creciente destruyó dos de los cuatro puentes que cruzan el río (Figura 34). En Cañada del Sauce, se produjeron daños en un complejo de cabañas ubicados en la ribera e inundaciones en viviendas (Figuras 33, 34 y 35), exponiendo algunas falencias en la planificación territorial de la comuna y de la cuenca serrana.



Figura 33. Destrucción del Puente Videla tras la crecida del 22 de marzo de 2023.



Figura 34. Daños materiales ocasionados por la crecida y desborde del río Quillinzo.



Figura 35. Marca del nivel del agua alcanzado en zona de ribera del río Quillín (marzo de 2023).

Referencias Bibliográficas

- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A. (1976). Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Argentino. En libro de resúmenes del 2º *Congreso Latinoamericano de Geología*. Actas 2: 755-763, Caracas, Venezuela.
- Barsky, O. y Gelman, J. (Eds.). (2001). *Historia del agro argentino: Desde la Conquista hasta fines del siglo XX*. Buenos Aires, Argentina: Grijalbo Mondadori.
- Agencia Córdoba Cultura. (2023). Informe: Relevamiento arqueológico en la zona de la comuna de Villa Cañada del Sauce (17 págs.).
- Berberian, E.R., et al. (2013). Los pueblos indígenas de Córdoba (1.ª ed., 128 págs.). Universitas. Editorial Científica Universitaria.
- Bonalumi, A., Sfragulla J., Jerez D., Bertolino S., Sánchez Rial J. y Carrizo E. (2014). Yacimientos de minerales y rocas industriales. En Martino R. y Guerreschi A. (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba* (pp. 983-1024). Córdoba, Argentina: Asociación Geológica Argentina.

- Brailovsky, A.E. (Eds.). (2006). *Historia ecológica de Iberoamérica: De los Mayas al Quijote* (1ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Capital Intelectual S. A.
- Bricchi, E. y Degioanni, A. (Comps.). (2006). Sistema suelo. Su origen y propiedades fundamentales (230 págs.). Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Candiani, J.C., Ulacco, H. y Ojeda, G. (2016). Hoja Geológica 3366-II Villa de Merlo, provincias de San Luis y Córdoba. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín, 415, 127 págs.
- Carbonari, M.R. y Coccilovo, J. (Eds.) (2004). *La población de Río Cuarto*. Río Cuarto, Argentina: Editorial Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Casanova, E. (Ed.) (1950). *Restauración del Pucará*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de educación, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Antropología.
- Celton, D.E. (1994). Estudio demográfico de la ciudad de Córdoba durante la gobernación Intendencia. *Cuadernos de Historia. Serie Población*, 1, pp. 23-56.
- Chorley, R.J., Schumm, S.A. y Sugden, D.E. (Eds.) (1984). *Geomorphology*. Londres, Inglaterra: Methuen.
- Coniglio, J.E., D'Eramo, F.J., Pinotti, L.P., Demartis, M., y Petrelli, H.A. (2006). Magmatismo devónico de las Sierras de Córdoba: fuente posible de flúor de las mineralizaciones mesozoicas. El ejemplo del batolito Cerro Áspero. En Actas del 8º Congreso de Mineralogía y Metalogenia (Vol. 1, pp. 227–232). Buenos Aires.
- Coniglio, J.E., D'Eramo, F.J., Pinotti, L.P., Demartis, M., Agulleiro Insúa, L. y Petrelli, H. (2010). Control estructural de las mineralizaciones de fluorita del batolito Cerro Áspero, Sierras Pampeanas de Córdoba. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 67, 507–520.
- Consejo de Europa (2000). *Convenio europeo del paisaje*. Florencia, Italia: Consejo de Europa. Recuperado de <https://rm.coe.int/16802f3fbd>.

- Debenedetti, S. (Ed.). (1930). *Las ruinas del Pucará de Tilcara*. Buenos Aires, Argentina: Museo Etnográfico, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Fagiano, M. (2007). Geología y petrología del basamento cristalino de Las Albahacas, sur de la Sierra de Comechingones, Córdoba (Tesis doctoral inédita). Departamento de Geología, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Galliski, M.A. (1999). Distrito pegmatítico Comechingones, Córdoba. En Zappettini, E.O. (Ed.). *Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales* (pp. 361-364). Buenos Aires, Argentina: Instituto Salesiano de Artes Gráficas.
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Delgado, M. I., Senisterra, G. E. y Denegri, G. A. (2011). Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante SIG. *Multequina*, 20, 3–13.
- González, A.R. (1952). Antiguo horizonte precerámico en las Sierras Centrales de la Argentina. *Runa*, 5, pp. 110-133.
- González Bonorino, F. (1950). Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 5, pp. 81-110.
- Jordan, T. y Allmendinger, R. (1986). The Sierras Pampeanas of Argentina: a modern analogue of Rocky Mountains foreland deformation. *American Journal of Science*, 286, pp. 737-764.
- Martino, R. D. (2003). Las fajas de deformación dúctil de las Sierras Pampeanas de Córdoba: Una reseña general. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(4), 549–571.
- Martino, R. D. (1993). Cartografía, petrología y significado tectónico de las fajas miloníticas de las Sierras Pampeanas de Córdoba, República Argentina (Informe Beca Externa, CONICET, Inédito, 1993–1994).
- Naveh, Z., Lieberman, A. S., Sarmiento, F. O., Ghersa, C. M. y León, R. J. C. (2001). *Ecología de paisaje* (571 págs.). Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

- Pardo, C. (Ed.). (2023). *Villa Cañada del Sauce: Compilación de relatos históricos y otros textos que caracterizan su cultura* (1ª ed.). Córdoba, Argentina: Lago Editora.
- Paz, G.L. (1999). A la sombra del Perú: Mulas, repartos y negocios en el norte argentino a fines de la colonia. *Boletín del Instituto de Historia Argentina y Americana "Dr. Emilio Ravignani"*, 3, pp. 45-48.
- Pinotti, L., Coniglio, J.E., D'Eramo, F., Demartis, M., Otamendi, J.E., Fagiano, M.R. y otros. (2014). El magmatismo devónico: Geología del batolito de Cerro Áspero. En Martino, R.D. y Guerreschi, A.B. (Eds.). En relatorio del *XIX Congreso Argentino de Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba* (pp. 255-276). Córdoba, Argentina: Asociación Geológica Argentina.
- Pinotti, L.P., Coniglio, J.E., Esparza, A.M., D'Eramo, F.J. y Llambías, E.J. (2002). Nearly circular plutons emplaced by stoping at shallow crustal levels, Cerro Áspero batholith, Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina. *Journal of South America Earth Sciences*, 5, pp. 251-265.
- Pérez Figueredo, A. (2012). La integración de la gestión de riesgos en la gestión del desarrollo local desde la perspectiva de la vulnerabilidad ambiental en los territorios. *Desarrollo Local Sostenible*, 5, pp. 1-7.
- Rapela, C.W., Pankhurst, R.J., Casquet, C., Fanning, C.M., Baldo, E.G., González-Casado, J.M., Galindo, C. y Dahlquist, J. (2007). The Río de la Plata craton and the assembly of SW Gondwana. *Earth Science Review* 83(1-2): 49–82.
- Rigal, R. (1938). Las minas de columbita y tantalita y el descubrimiento de minerales de uranio radiactivos en la Cañada de Álvarez. Departamento Calamuchita. Córdoba (Boletín 45, 48 págs.). Dirección de Minas y Geología.
- Ramos, V.A., Martino, R.D., Otamendi, J.E. y Escayola, M. (2014). Evolución Geotectónica de las Sierras Pampeanas Orientales. En Martino, R.D. y Guerreschi, A.B. (Eds.). En relatorio del *XIX Congreso Argentino de Geología y Recursos Naturales de la provincia de Córdoba* (pp. 965-977). Córdoba, Argentina: Asociación Geológica Argentina.

- Sardina, S., Arguello A., Guerra F. y Olivares J. (2023). *El sueño de las pircas* (1ª ed.). Recuperado de: https://publicaciones.filo.uba.ar/sites/publicaciones.filo.uba.ar/files/El%20sueno%CC%83o%20de%20los%20pircas_interactivo_0.pdf
- Sbarra, N. (Ed.) (1955). *Historia del alambrado en la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Letemendia Casa Editora.
- Steenken, A., López de Luchi, M., Martínez Dopico, C., Drobe, M., Wemmer, K. y Siegesmund, S. (2010). The neoproterozoic-early paleozoic metamorphic and magmatic evolution of the eastern Sierras Pampeanas: an overview. *International Journal Earth Science*, 100, pp. 465-488.
- Yornet Ventura, A. F. (2019). *La implementación del ganado mular en la montaña. Contribuciones Profesionales*. Recuperado de <https://www.infanteria.com.ar/la-implementacion-del-ganado-mular-en-la-montana/>
- Wagner, D. (1997). *La región del río Cuarto: Una frontera ganadera (fines del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX)* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Zak, M. y Giayetto, O. (Eds.). (2019). *Hacia el ordenamiento territorial de la provincia de Buenos Aires* (1.ª ed., 286 págs.). Báez Ediciones.

Propuesta didáctica: Investigación y acción

Se proponen actividades que se pueden realizar en el aula o en la comuna, adaptando la propuesta a diferentes edades e intereses.

- **Investigación:** buscar información sobre las causas y consecuencias de la problemática del agua en la región.
- **Debate:** organizar debates sobre posibles soluciones concretas sobre el territorio.
- **Visitas:** realizar visitas a plantas de tratamiento de agua, zonas afectadas por la sequía, etc.
- **Proyectos:** desarrollar proyectos para promover el uso responsable del agua y la conservación de los recursos hídricos. Ejemplo de ello, podría ser una alerta de crecidas destinada a lugareños y turistas.

Alerta de crecidas en ambientes montañosos

¿Qué es una alerta de crecidas?

Imagina que vives en una zona montañosa donde el río puede crecer rápidamente y causar inundaciones. Una *alerta de crecidas* es como un aviso de que esto podría suceder pronto. Se basa en información sobre:

- *Lluvias:* ¿Está lloviendo mucho o se espera que llueva intensamente?
- *Nivel del río:* ¿Está subiendo el nivel del agua rápidamente?
- *Pronósticos:* ¿Qué dicen los expertos sobre cómo se comportará el río?

Si los expertos creen que hay un alto riesgo de inundación, emiten una alerta para que las personas estén preparadas y tomen precauciones.

¿Por qué son importantes las alertas de crecidas en montañas?

- *Rapidez:* las crecidas en montañas pueden ocurrir muy rápido, dejando poco tiempo para reaccionar.

- *Peligrosidad*: las corrientes son fuertes y pueden arrastrar personas, vehículos e incluso casas.
- *Aislamiento*: las montañas pueden aislar comunidades, dificultando la ayuda en caso de emergencia.

Factores que hacen que una zona sea más propensa a crecidas

- *Clima*

Lluvias intensas: Cuanto más llueve, más rápido se llena el río.

- *Suelo*

Tipo de suelo: Algunos suelos absorben menos agua, lo que favorece la escorrentía (agua que corre por la superficie).

Pendiente: Cuanto más inclinada es la montaña, más rápido baja el agua.

- *Vegetación*

Cobertura: La vegetación ayuda a que el agua se infiltre en el suelo. Si hay poca vegetación, el agua fluye más rápido.

- *Forma del terreno*

Cuencas: El agua de una cuenca (área donde toda el agua fluye hacia un río) se concentra en el cauce principal, aumentando el riesgo de crecida.

Quebradas: Las quebradas estrechas pueden hacer que el agua se acumule y baje rápidamente.

- *Actividades humanas*

Deforestación: Eliminar árboles reduce la capacidad del suelo para absorber agua.

Urbanización: Viviendas, compactación de caminos impiden que el agua se infiltre, aumentando la escorrentía.

Construcciones: Construir cerca de ríos o en zonas inundables aumenta el riesgo.

¿Qué hacer si recibes una alerta de crecidas?

- *Mantente informado:* Escucha la radio, la televisión o las redes sociales para recibir actualizaciones.
- *Aléjate del río:* No te acerques a zonas que puedan inundarse.
- *Prepárate para evacuar:* Ten un plan y una mochila con lo esencial (documentos, medicinas, agua, comida).
- *Ayuda a otros:* Si puedes, ayuda a vecinos y personas vulnerables.

Resumiendo:

Las *alertas de crecidas* en zona montañosas son cruciales debido a la velocidad y peligrosidad de las crecidas. Conocer los factores predisponentes y seguir las recomendaciones de las autoridades puede salvar vidas.

Es necesario agregar que también los expertos en el tema pueden modelar cuencas hidrográficas para comprender y gestionar el comportamiento del agua en un área determinada.

Dichos expertos los utilizan en la gestión de cuencas, aplicado al diseño de obras de infraestructura, el ordenamiento territorial y con el objetivo de minimizar los daños causados por un fenómeno atmosférico externo y una proyección climática incierta.

A continuación, se da a conocer la información vital que el jefe comunal debe proveerles a los turistas que visitan por primera vez la comuna y que puede trabajarse en la educación formal como también en la informal:

1. Entender el riesgo de crecidas

- **Naturaleza de las crecidas:** explicar que en ríos montañosos, las crecidas se producen por lluvias intensas o deshielo, lo que puede causar un aumento muy rápido del caudal.
- **Impacto potencial:** mencionar que estas crecidas pueden afectar caminos, áreas de acampada y zonas de recreación, haciendo que la cercanía a los ríos sea peligrosa durante estos eventos.

2. Alertas y comunicaciones oficiales

- **Señales de alerta:** informar que existen avisos y alertas emitidas por las autoridades locales, que se difunden a través de radios, redes sociales y aplicaciones oficiales.
- **Procedimientos de emergencia:** explicar cómo se comunicarán las emergencias (sirenas, mensajes de texto, anuncios en puntos estratégicos) y la importancia de prestar atención a estos mensajes.

3. Rutas de evacuación y puntos de resguardo

- **Rutas seguras:** proveer de un mapa con las rutas de evacuación y caminos seguros, señalando las salidas de emergencia y puntos de encuentro designados.
- **Puntos de resguardo:** indicar la ubicación de refugios temporales o centros de atención de emergencias, donde se puede acudir en caso de alerta.

4. Medidas de seguridad y comportamiento durante una crecida

- **Evitar zonas de riesgo:** recomendar no acercarse a las riberas del río ni a zonas donde se pueda evidenciar un aumento repentino del nivel del agua.
- **Mantener la calma:** insistir en que la rapidez y el orden son fundamentales. Se debe seguir las instrucciones de las autoridades y no tomar decisiones impulsivas.
- **Preparación personal:** sugerir que siempre lleven consigo un kit básico de emergencia (agua, alimentos, linterna, documentos, teléfono cargado y una prenda abrigada) y conocer de antemano la ubicación del punto de reunión en caso de evacuación.

5. Información sobre el entorno y la infraestructura local

- **Conocimiento del terreno:** dar una breve explicación de las características geográficas del área, resaltando por qué ciertos lugares son más vulnerables a las crecidas.

- **Infraestructura crítica:** identificar puentes, caminos y edificios que pueden verse afectados, para que los turistas eviten transitar por esos lugares en condiciones de riesgo.

6. *Canales de comunicación y ayuda*

- **Contactos de emergencia:** proveer números de teléfono y direcciones de servicios de emergencia (bomberos, policía, servicios de rescate) para que puedan contactarlos en caso de necesitar ayuda.
- **Punto de información comunal:** informar dónde se encuentra el centro de coordinación o el puesto de información de la comunidad, que estará a cargo de gestionar la situación y orientar a todos.

Al entregar esta información, se debe enfatizar la importancia de la prevención y la rapidez en la respuesta ante una situación de emergencia. La claridad en la comunicación y el conocimiento previo de las medidas de seguridad son fundamentales para salvaguardar la integridad de los turistas y de la comunidad.

Para involucrar a los alumnos de las escuelas secundarias que ya conocen el área, se pueden implementar diversas iniciativas que los conviertan en agentes activos de concientización y respuesta ante crecidas. Algunas estrategias incluyen:

1. *Programas de educación y capacitación:*

- **Talleres y charlas:** Organizar sesiones informativas sobre la dinámica de las crecidas, riesgos asociados y protocolos de emergencia, dictadas por expertos en gestión de riesgos.
- **Capacitación en primeros auxilios y respuesta rápida:** Brindar cursos básicos de atención de emergencias y simulacros de evacuación.

2. *Proyectos de monitoreo y difusión:*

- **Equipos de vigilancia ambiental:** Formar grupos estudiantiles para monitorear condiciones del río, registrar cambios y alertar a la comunidad en caso de signos de crecida.

- **Creación de material educativo:** Incentivar a los alumnos a desarrollar videos, folletos o presentaciones sobre prevención y respuesta, aprovechando su conocimiento del lugar.

3. Participación en campañas de sensibilización:

- **Redes sociales y medios escolares:** Utilizar plataformas digitales para difundir mensajes de prevención, compartir alertas y experiencias, haciendo que la información llegue a un público más amplio.
- **Colaboración con la comunidad:** Organizar actividades conjuntas con autoridades locales y vecinos, fortaleciendo el sentido de pertenencia y responsabilidad colectiva.

4. Proyectos de investigación y prácticas de campo:

- **Estudios locales:** Incentivar investigaciones sobre la evolución de las crecidas, identificando zonas de mayor riesgo y proponiendo soluciones basadas en observaciones reales.
- **Visitas de campo:** Realizar salidas para identificar físicamente las áreas críticas y aprender en contexto, lo que facilitará la comprensión de los riesgos y la planificación de medidas de prevención.

Con estas acciones, los alumnos no solo se informan, sino que se empoderan para actuar, difundiendo el conocimiento y colaborando activamente en la protección de su comunidad durante situaciones de emergencia.

Entre aguas y rocas: conectando la geología y la calidad del agua del río Quillinzo

Santiago J. Pramparo¹, Miguel A. Pascuini¹, Adriana E. Cabrera², Veronica F. Lutri¹ y Daniela B. Giacobone¹

¿Es el agua del río Quillinzo un reflejo de su entorno?

El agua de cualquier sistema hidrológico posee características físicas, químicas y biológicas que resultan de la interacción, compleja e integrada, entre diversos componentes de la atmósfera, la litósfera, la hidrósfera y la biósfera (Figura 1). La interacción de estas grandes esferas del planeta hace que el agua participe en múltiples procesos geológicos, climáticos, biológicos, entre otros, lo que genera cambios en su dinámica y composición.

1 Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto. CONICET.

2 Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto.



Figura 1. Factores que influyen en las características del agua en un sistema hidrológico.

La **composición físico-química** del agua fluyendo por el río Quillínz responde entonces a su interacción con el suelo, las rocas, los sedimentos y los organismos vivos del entorno, pudiendo además ser alterada por la acción humana a través de sus actividades (Figura 2). Esta composición, que puede variar en el espacio y el tiempo, queda definida por elementos y compuestos químicos disueltos (iones mayoritarios, minoritarios y elementos traza) y parámetros físicos como la temperatura, la turbiedad, el olor, etc. (Figura 3).

Por otra parte, la **calidad físico-química** del agua nos indica si su composición es adecuada para determinados usos. En otras palabras, mientras la composición físico-química nos permite describir las características del agua, la calidad nos indica “qué tan adecuado” es ese recurso para ciertos fines o procesos. Por ejemplo, para abastecer de agua a la población, las concentraciones de ciertos compuestos químicos en el agua de consumo deben encontrarse por debajo de un valor determinado (valor guía o de referencia), que dependerá de normas previamente definidas por organismos de control. Sin embargo, estos estándares ambientales no serán iguales si el agua es requerida para regar cultivos, alimentar el ganado o sostener la vida de algunas especies acuáticas.

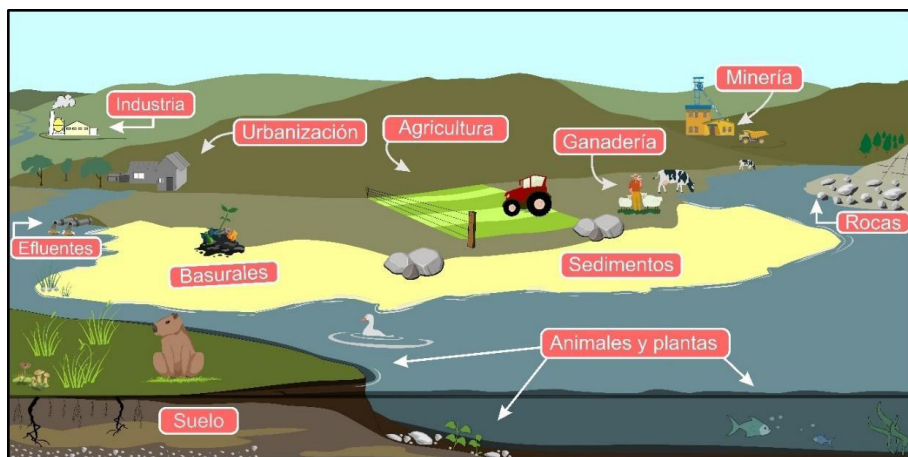


Figura 2. Algunos de los principales factores naturales y antrópicos que condicionan la composición físico-química del agua en un río.

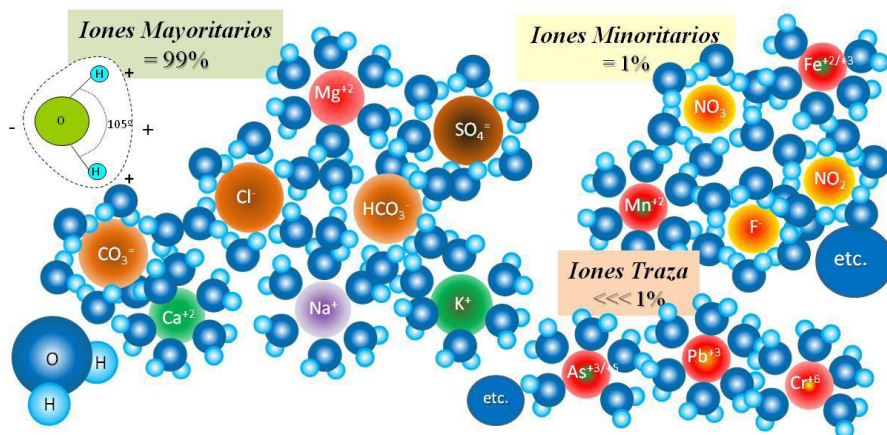


Figura 3. Representación esquemática a nivel molecular de la composición química del agua.

En los sistemas hidrológicos superficiales, como el río Quillínz, las características geoquímicas del agua reflejan una combinación de factores geológicos (rocas, sedimentos, pliegues, fallas y diaclasas), geomorfológicos (formas del relieve y rasgos de erosión del terreno), climáticos (lluvias, temperatura y viento) e hidrológicos (velocidades de circulación, conexiones con el agua subterránea) que varían a lo largo de su cuenca. La interacción del agua con las rocas y sedimentos del lecho y las características del relieve influyen en la concentración de iones disueltos, y los aportes superficiales

y subterráneos pueden modificar la calidad natural del agua en distintos tramos del río. Además, la presencia de asentamientos humanos, aunque reducida, puede generar cambios localizados en ciertos parámetros, como nutrientes y compuestos trazadores de actividad antrópica, que también pueden cambiar la composición del agua.

Te proponemos entonces que evaluemos la variación espacial y temporal de la composición físico-química del agua del río Quillinzo y la influencia del medio geológico en sus propiedades y características, con especial énfasis en el entorno de la localidad de Villa Cañada del Sauce. Este análisis -y su continuación en el tiempo- permitirá establecer una línea de base para comprender la calidad natural del sistema, identificar posibles efectos de la variabilidad climática e hidrológica y detectar indicios de la influencia antrópica en un ambiente serrano de baja intervención humana.

Marco regional: ¿qué papel juegan las rocas, el relieve y el clima en la dinámica y calidad del río Quillinzo?

La cuenca del río Quillinzo forma parte de la cuenca alta del río Ctalamochita (río Tercero). El área drenada por este curso se extiende sobre el basamento cristalino de la Sierra de Comechingones, compuesto por antiguas rocas ígneas y metamórficas fuertemente fracturadas. Además, este sector se caracteriza por sus pronunciadas pendientes, grandes desniveles topográficos y procesos erosivos activos, características típicas de cuenca alta (ver *Capítulo 1*).

El clima en esta región es templado subhúmedo, con una temperatura media anual que varía entre 12°C y 18°C. En los veranos cálidos, las temperaturas pueden superar los 30 °C, mientras que en los inviernos se alcanzan mínimas de 0 °C, principalmente en las áreas más elevadas de la sierra, donde además aumenta la amplitud térmica y se hacen más frecuentes los eventos níveos (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, 2025). La precipitación media anual en el área serrana puede variar entre 800 mm (al pie de la sierra) y 1100 mm (áreas elevadas). Del total precipitado, aproximadamente el 80% de las lluvias se concentran en las estaciones de primavera y verano (principalmente, entre noviembre y marzo), mostrando una típica distribución monzónica.

Las características mencionadas son condicionantes naturales de la dinámica del agua del río Quillinzo y sus tributarios. Las áreas serranas cons-

tituyen zonas de recarga preferencial del agua de lluvia, que es captada y posteriormente retransmitida hacia áreas de descarga, de menor topografía. Parte del agua que precipita fluye superficialmente, aportando al caudal de ríos y arroyos del ámbito serrano, mientras que otra se infiltra en las rocas metamórficas y graníticas del basamento y viaja por el subsuelo a través de las fracturas que componen el acuífero rocoso.

A partir de vertientes rocosas, el acuífero descarga el agua recientemente recargada hacia depresiones topográficas y valles interserranos. Desde allí, fluye en forma encauzada hacia cursos fluviales más importantes. De igual manera, el aporte constante del agua subterránea (caudal base) contribuye a mantener el flujo de los ríos durante todo el año (régimen permanente), incluso en los periodos de mayor sequía. El régimen permanente del río Quillínz se mantiene hasta su desembocadura (Embalse Río Tercero) y muestra sus máximos caudales entre diciembre y marzo, coincidiendo con el período lluvioso.

Las aguas superficiales de la cuenca del río Quillínz presentan una composición química típica de áreas de recarga hidrológica. Son aguas bicarbonatadas sódico-cálcicas y de baja salinidad (en general, con valores inferiores a 100 mg/L), lo que refleja la influencia directa de la composición del agua de lluvia (Pramparo *et al.*, 2024). Estas características geoquímicas también están relacionadas con los altos gradientes topográficos del relieve, que favorecen una circulación rápida del agua a lo largo del curso, limitando su contacto con los sedimentos y las rocas del lecho. Las características composicionales de las rocas involucradas (gneises, mármoles, granitos, etc.) también influyen en la química del agua, poniendo en solución compuestos mayoritarios, minoritarios y traza. Durante la época húmeda, así como en eventos de crecida, la dispersión hidrodinámica de los cursos puede acentuar la dilución de los solutos, generando una disminución adicional en la salinidad del agua.

¿Cómo analizamos el agua del río? ¿y qué parámetros buscamos?

La evaluación de la calidad físico-química del agua en el entorno de Villa Cañada del Sauce se lleva a cabo a partir del muestreo y análisis del agua del río Quillínz en tres sitios diferentes (Figura 4) con el objetivo de evaluar sus características previas y el posible impacto de la población: el **sitio 1** corresponde a un tramo del río aguas arriba de la comuna, conocido como Piedra Pérez (Figura 5); el **sitio 2** se ubica en un tramo a la altura

del puente en el centro de la comuna (Figura 6); y el **sitio 3** es un tramo aguas abajo de la localidad, conocido como Playa Terzaga (Figura 7). El monitoreo se realiza en diferentes épocas del año, a los fines de observar la variabilidad estacional de los parámetros físico-químicos considerados.



Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo de agua en el río Quillínz (Villa Cañada del Sauce).



Figura 5. Sitio 1, aguas arriba de la localidad de Villa Cañada del Sauce. Lugar conocido como Piedra Perez.



Figura 6. Sitio 2, urbanizado a la altura del puente de la localidad de Villa Cañada del Sauce.

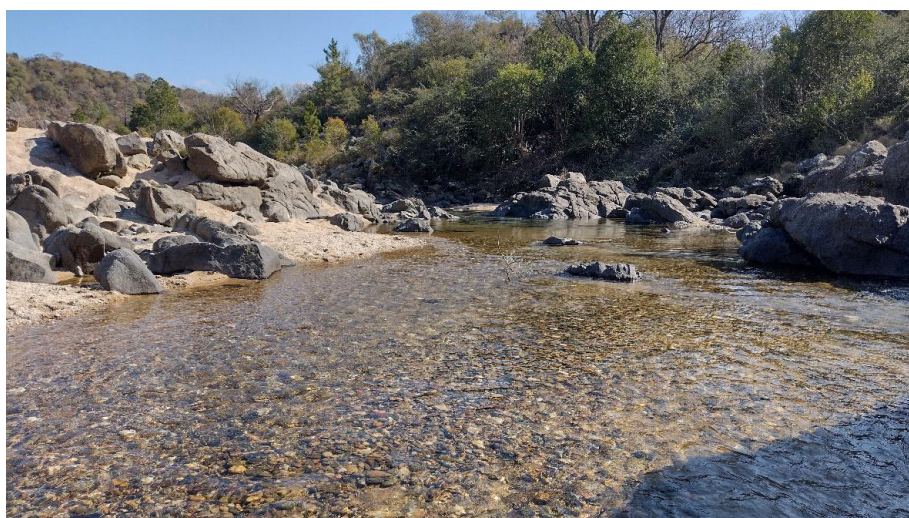


Figura 7. Sitio 3, aguas abajo de la localidad Villa Cañada del Sauce. Lugar conocido como Playa Terzaga.

En cada sitio, el agua se recolecta en botellas plásticas de 1 litro (Figura 8), previamente lavadas con agua destilada y enjuagadas *in situ* con el agua a muestrear. Una vez que se encuentran completamente llenas, se conservan a baja temperatura hasta su ingreso al laboratorio (en este caso, el

Laboratorio de Geoquímica del Departamento de Geología, perteneciente a la Universidad Nacional de Río Cuarto) (Figura 9). Allí se analizan los siguientes parámetros:

- **pH:** es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, expresada en una escala de 0 a 14. El punto medio ($\text{pH} = 7$) representa la neutralidad. Valores de pH menores indican aguas ácidas y valores mayores a 7 se presentan en aguas básicas o alcalinas.
- **Conductividad eléctrica (CE) y Sales Disueltas Totales (SDT):** son parámetros estrechamente vinculados que nos indican qué tan dulce o salada es el agua muestreada. La **CE** mide la capacidad del agua para conducir la electricidad, aspecto que depende de la presencia y concentración de iones (elementos químicos con cargas positivas o negativas) derivados de las sales solubles. Cuanto mayor es la concentración de **SDT**, mayor es la conductividad del agua, ya que los iones disueltos facilitan el flujo eléctrico. Hasta 2 g/L de sales se consideran aguas dulces.
- **Iones mayoritarios:** la salinidad del agua mencionada anteriormente está principalmente determinada por la presencia de elementos químicos disueltos (iones mayoritarios), cargados eléctricamente. Estos representan el 99% de la composición del agua, y se denominan **aniones** si poseen cargas negativas y **cationes** si sus cargas son positivas.

Aniones mayoritarios: carbonatos (CO_3^{-2}), bicarbonatos (HCO_3^-), sulfatos (SO_4^{-2}) y cloruros (Cl^-).

Cationes mayoritarios: sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}).

Iones minoritarios: elementos cuya concentración está comprendida entre el 1 y el 0,01% de la composición del agua. En este caso, se analizó la concentración de nitratos (NO_3^-) y flúor (F^-).

Elementos traza: se encuentran presentes en concentraciones muy bajas, normalmente inferiores al 0,01% de la composición, aunque su presencia puede influir significativamente en la calidad. Para las aguas muestreadas, se buscó la presencia de arsénico (As) en solución, elemento químico muy común en nuestra zona por los sedimentos que afloran y/o

que componen parte de nuestros acuíferos (arenas muy finas-limosas con alto porcentaje de vidrio volcánico).



Figura 8. Muestreo en diferentes puntos del río Quillínz para la caracterización físico-química del agua.



Figura 9. Diferentes técnicas utilizadas en el laboratorio de la Universidad Nacional de Río Cuarto para la realización de los análisis físico-químicos del agua.

Principales resultados encontrados

En la Tabla 1 te mostramos los valores obtenidos en los análisis del agua realizados en el laboratorio, indicando el sitio y el período muestreado. En base a estos resultados, se realizaron distintas clasificaciones y gráficos para caracterizar la composición geoquímica y evaluar la calidad del agua del río Quillínz, de gran utilidad para el manejo y gestión de los recursos hídricos.

Tabla 1: Resultados de los análisis físico-químicos del agua en los distintos sitios muestreados.

Sitio 1		Campaña de muestreo								
		Año 2022			Año 2023				Año 2024	
	Unidad	Abril	Ago.	Dic.	Feb.	Marzo	Jun.	Oct.	Marzo	Oct.
pH		7,7	6,9	-	-	7,0	7,2	7,6	7,6	7,5
CE	µS/cm	104,8	116,1	-	-	90,7	89,8	119,8	104,0	66,5
SDT	mg/l	103,0	79,0	-	-	57,0	65,0	89,0	56,0	57
CO ₃ ⁻²	mg/l	0	0	-	-	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻	mg/l	58,5	45,8	-	-	36,6	47,3	64,4	36,3	35,9
SO ₄ ⁻²	mg/l	9,8	4,8	-	-	3,0	2,4	3,3	1,4	1,6
Cl ⁻	mg/l	7,1	2,9	-	-	2,9	0,3	1,4	2,9	2,3
Na ⁺	mg/l	6,1	8,1	-	-	5,2	5,7	9,6	5,1	7,1
K ⁺	mg/l	1,9	2,1	-	-	2,2	1,9	1,9	2,1	2,1
Ca ⁺²	mg/l	16,0	7,2	-	-	5,2	5,2	5,6	5,6	6,4
Mg ⁺²	mg/l	1,2	1,5	-	-	1,0	1,5	2,7	1,5	0,2
NO ₃ ⁻	mg/l	0,5	7	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
F ⁻	mg/l	0,9	0,2	-	-	0,5	0,20	0,5	0,05	0,4
As	µg/L	0,5	0,5	-	-	0,5	1,30	0,5	0,5	0,5

Sitio 2		Campaña de muestreo								
		Año 2022			Año 2023				Año 2024	
	Unidad	Abril	Ago.	Dic.	Feb.	Marzo	Jun.	Oct.	Marzo	Oct.
pH		-	6,86	6,52	6,51	7,06	7,54	7,61	-	-
CE	µS/cm	-	114,9	63,4	47,3	92,8	87	122	-	-
SDT	mg/l	-	79	40,6	33,11	58	62	90	-	-
CO ₃ ⁻²	mg/l	-	0	0	0	0	0	0	-	-
HCO ₃ ⁻	mg/l	-	42,5	85,4	20,6	38,0	44,6	65,6	-	-
SO ₄ ⁻²	mg/l	-	5,1	4,3	1,3	2,3	1,9	2,2	-	-
Cl ⁻	mg/l	-	2,9	31,9	0,4	2,9	0,3	1,4	-	-
Na ⁺	mg/l	-	8,0	2,8	2,4	5,1	5,7	9,8	-	-
K ⁺	mg/l	-	2,1	1,2	2,2	2,2	1,8	1,9	-	-
Ca ⁺²	mg/l	-	7,2	12,0	2,4	4,8	5,2	6,4	-	-
Mg ⁺²	mg/l	-	1,5	2,4	0,7	2,0	1,5	2,0	-	-
NO ₃ ⁻	mg/l	-	10	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-
F ⁻	mg/l	-	0,1	-	0,05	2	0,2	0,4	-	-
As	µg/L	-	0,5	0,004	0,5	0,5	2,1	0,5	-	-

Sitio 3

Campaña de muestreo

		Año 2022			Año 2023				Año 2024	
	Unidad	Abril	Ago.	Dic.	Feb.	Marzo	Jun.	Oct.	Marzo	Oct.
pH		-	6,48	-	-	6,98	7,22	7,65	7,53	-
CE	µS/cm	-	114,3	-	-	93,7	90,5	123	105	-
SDT	mg/l	-	75	-	-	57	65	91	60	-
CO ₃ ⁻²	mg/l	-	0	-	-	0	0	0	0	-
HCO ₃ ⁻	mg/l	-	40,0	-	-	38,0	47,3	65,6	40	-
SO ₄ ⁻²	mg/l	-	9,1	-	-	2,1	1,6	2,9	1,50	-
Cl ⁻	mg/l	-	2,9	-	-	2,9	0,3	1,4	2,90	-
Na ⁺	mg/l	-	8,1	-	-	5,1	6,0	9,9	5,10	-
K ⁺	mg/l	-	2,1	-	-	2,2	1,9	1,9	2,10	-
Ca ⁺²	mg/l	-	7,2	-	-	4,4	5,2	7,2	6,40	-
Mg ⁺²	mg/l	-	1,0	-	-	1,7	1,5	1,5	1,00	-
NO ₃ ⁻	mg/l	-	5	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	-
F ⁻	mg/l	-	0,1	-	-	0,5	0,20	0,4	0,05	-
As	µg/L	-	0,5	-	-	2	0,80	1	0,5	-

Estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos, como los valores promedio, mínimo y máximo, entre otros, nos ayudan a resumir de manera ordenada los datos obtenidos en nuestras mediciones de campo y/o laboratorio. Cada uno de estos valores se calcula a partir del total de muestras analizadas, es decir, de la cantidad de veces que se midió un parámetro químico en distintos momentos y lugares de una zona determinada. Al organizar la información en una tabla, podemos identificar patrones y variaciones, facilitando su posterior interpretación (Tabla 2).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de parámetros físico-químicos. Río Quillínz (Villa Cañada del Sauce).

Parámetro	Unidad	Nº de muestras	Min.	Máx.	Media	Mediana	Desviación típica
pH		18	6,5	7,7	7,2	7,2	0,42
CE	µS/cm	18	47,3	123,0	97,0	98,9	20,78
SDT	mg/L	18	33,1	103,0	67,6	63,5	17,73
CO ₃ ⁻²	mg/L	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
HCO ₃ ⁻	mg/L	18	20,6	85,4	47,4	43,6	14,77
SO ₄ ⁻²	mg/L	18	1,3	9,8	3,4	2,4	2,42
Cl ⁻	mg/L	18	0,3	31,9	3,9	2,9	6,97
Na ⁺	mg/L	18	2,4	9,9	6,4	5,9	2,13
K ⁺	mg/L	18	1,2	2,2	2,0	2,1	0,24
Ca ⁺²	mg/L	18	2,4	16,0	6,6	6,0	2,93
Mg ⁺²	mg/L	18	0,2	2,7	1,5	1,5	0,57
NO ₃ ⁻	mg/L	18	0,5	10,0	5,6	6,0	3,45
F ⁻	mg/L	18	0,1	0,9	0,3	0,2	0,22
As	µg/L	18	0,004	2,1	1,2	1,2	0,73

*¿Cómo clasificamos al agua según sus características geoquímicas?
¿Cuál es la utilidad de conocer su nombre?*

Clasificar una muestra de agua y definir su carácter geoquímico consiste en asignarle un «nombre y apellido» específico basado en el contenido de sus aniones y cationes mayoritarios. Por convención, el «nombre» estará dado por el anión dominante y el «apellido» surgirá del catión más abundante. Una herramienta muy utilizada para realizar esta clasificación consiste en el diagrama de Piper (Figura 10). De este gráfico, se observa que las muestras están en el campo de las aguas bicarbonatadas sódicas y bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, muchas de las cuales se disponen en el límite de ambas clasificaciones.

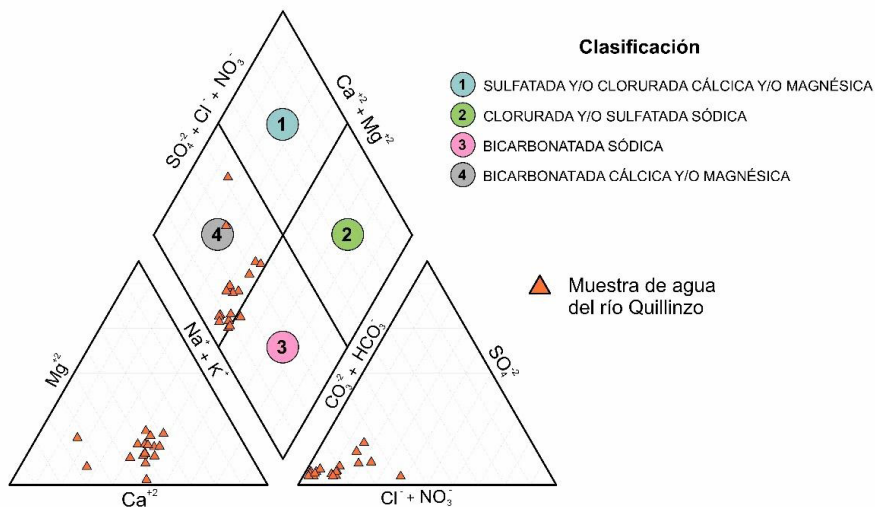


Figura 10. Diagrama de Piper, utilizado para clasificar muestras de agua según sus iones mayoritarios.

Para una evaluación más detallada, se llevó a cabo la clasificación geoquímica de Custodio (1993). Esta metodología considera que el carácter o «nombre» geoquímico del agua quedará definido por el nombre del anión y el catión dominante (aquellos que igualen o superen el 50%) o, en su defecto, de los dos más abundantes. En la Tabla 3 puede observarse el carácter geoquímico del agua en cada una de las 18 muestras analizadas en este trabajo.

Ambas metodologías muestran que, según su contenido en aniones mayoritarios, todas las aguas muestreadas del río Quillínz son bicarbonatadas. Respecto a los cationes, un 11,1% son cálcicas y las restantes mixtas: 61,1% cálcica-sódicas y 27,8% resultaron sódico-cálcicas (Tabla 4).

Conocer el nombre geoquímico de una muestra de agua resulta de utilidad para hacer interpretaciones sobre la evolución del agua en el río desde su recarga hasta su desembocadura. Es decir, permite interpretar qué le pasó al agua de lluvia que alcanzó al río y entró en contacto con el terreno por donde circula, considerando la influencia del relieve y los materiales presentes, su conexión con el sistema subterráneo y las posibles contribuciones humanas, entre otros factores.

Tabla 3. Clasificación geoquímica de las aguas superficiales según Custodio (1993).

Muestra	Sitio de muestreo	Fecha del análisis	Tipo geoquímico
1	S1	7/4/2022	Bicarbonatada cálcica
2	S1	22/8/2022	Bicarbonatada cálcico-sódica
3	S1	7/3/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica
4	S1	5/6/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica
5	S1	2/10/2023	Bicarbonatada sódico-cálcica
6	S1	25/3/2024	Bicarbonatada cálcico-sódica
7	S1	15/10/2024	Bicarbonatada cálcico-sódica
8	S2	22/8/2022	Bicarbonatada cálcico-sódica
9	S2	19/12/2022	Bicarbonatada cálcica
10	S2	22/2/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica
11	S2	7/3/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica
12	S2	5/6/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica
13	S2	2/10/2023	Bicarbonatada sódico-cálcica
14	S3	22/8/2022	Bicarbonatada cálcico-sódica
15	S3	7/3/2023	Bicarbonatada sódico-cálcica
16	S3	5/6/2023	Bicarbonatada sódico-cálcica
17	S3	2/10/2023	Bicarbonatada sódico-cálcica
18	S3	25/3/2023	Bicarbonatada cálcico-sódica

Tabla 4. Porcentaje de muestras según su clasificación geoquímica.

	Bicarbonatada			
	Cálcica	Cálcica-sódica	Sódica-cálcica	Total
Cantidad	2	11	5	18
Porcentaje	11,1%	61,1%	27,8%	100%

¿Qué nos indican estas clasificaciones? ¿Cuál es el origen de estos iones principales?

Las clasificaciones anteriormente realizadas nos indican que el agua del río Quillinzo tiene una química dominada por bicarbonatos, calcio y sodio, con menores proporciones de los restantes iones mayoritarios. Esta com-

posición es el resultado de varios procesos naturales que incorporan solutos al agua:

- **Aporte de solutos desde las precipitaciones:** aunque en bajas concentraciones, el agua de lluvia posee una cierta cantidad de elementos químicos disueltos que tendrán una notable influencia en la composición química final del agua de los ríos. Por ejemplo, el contacto del agua con el dióxido de carbono atmosférico (CO_2) forma ácido carbónico (H_2CO_3). Este es capaz de disociarse parcialmente y contribuir con pequeñas cantidades de iones HCO_3^- (bicarbonatos) y H^+ . A su vez, la presencia de ácido carbónico en el agua y su contacto con los materiales de la superficie, permite iniciar el proceso de meteorización de minerales. Por otra parte, ante la ausencia de minerales como la halita (NaCl) y el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en las rocas de la región de estudio, las precipitaciones se convierten en la principal fuente de cloruros y sulfatos disueltos en el agua muestreada.
- **Interacción con el CO_2 del suelo:** el aire presente en los poros del suelo adquiere una mayor concentración de CO_2 respecto al aire atmosférico, como resultado de la descomposición de la materia orgánica y la respiración de raíces y microorganismos allí presentes. Cuando el agua de las precipitaciones infiltra y entra en contacto con el CO_2 del suelo, aumenta su acidez y potencia aún más los procesos de meteorización de los minerales, que serán explicados a continuación.
- **Meteorización de minerales:** en la interacción del agua con los materiales del entorno, como granitos y metamorfitas del basamento cristalino o sedimentos presentes en los valles serranos, se produce la meteorización química de los minerales que los integran. De esta manera, pueden ocurrir procesos como:
 - Disolución e hidrólisis de silicatos: alteración de plagioclasas (feldespatos ricos en sodio y calcio), que liberan estos elementos al agua y generan una química bicarbonatada sódica y/o cálcica.
 - Disolución de carbonatos: en presencia de calcita o dolomita en mármoles o sedimentos, su disolución incorpora calcio, magnesio y bicarbonatos al agua.

- **Intercambio catiónico:** en su recorrido, el agua puede intercambiar algunos iones con ciertas partículas que integran los sedimentos y los suelos. Por ejemplo, el calcio en el agua puede ser reemplazado por el sodio presente en las arcillas (sedimento de granulometría muy fina), y de esta manera, aumentar su contenido disuelto.

El diagrama de Gibbs (1970) es una herramienta muy utilizada para identificar cuáles son los principales procesos que controlan la química del agua superficial muestreada, teniendo en cuenta la concentración de sales disueltas totales y las relaciones iónicas entre aniones y cationes mayoritarios (Figura 11).

En este gráfico, los puntos se ubican en el campo de la interacción agua-roca, indicando la importancia de los mencionados procesos de meteorización en la incorporación de solutos en las aguas del río Quillín. Asimismo, se observa una tendencia hacia el campo de las precipitaciones, lo que sugiere que la señal geoquímica de la lluvia también influye en la composición del río.

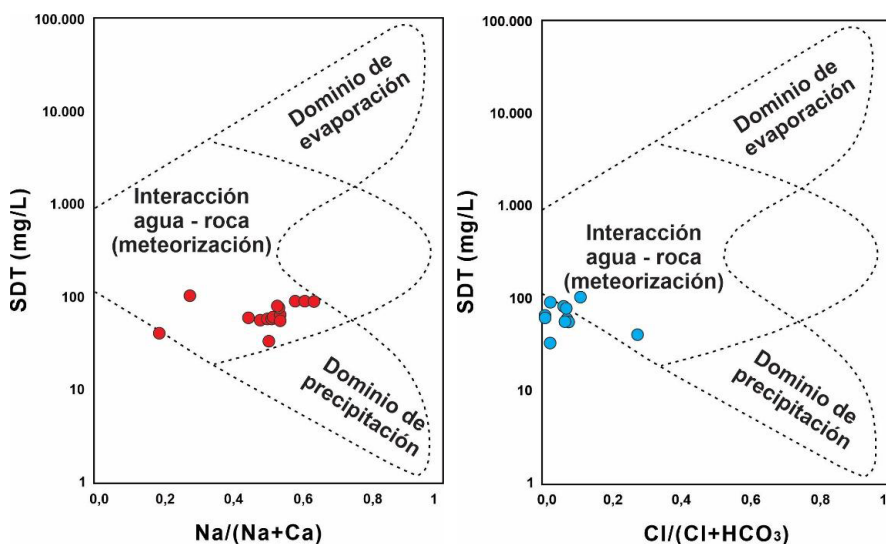


Figura 11. Diagramas de Gibbs para identificar procesos hidrogeoquímicos mayoritarios.

Monitoreo de parámetros físico-químicos

El análisis de las variaciones de parámetros de interés, como el pH y la conductividad eléctrica (CE), es fundamental para caracterizar la calidad natural del agua de cualquier sistema hidrológico y detectar posibles alteraciones de origen antrópico. Para asegurar una adecuada comparación, el monitoreo espacial de estos parámetros se centró exclusivamente en las muestras tomadas de manera simultánea en los tres sitios del río Quillinzo, correspondientes a agosto de 2022 y marzo, junio y octubre de 2023.

Los valores de pH obtenidos en las 18 muestras analizadas varían entre 6,5 y 7,7 (Figura 12.a), manteniéndose próximos a la neutralidad y dentro del rango típico de las aguas naturales (entre 6,5 y 8,5). A lo largo del recorrido del río, los valores de pH se mantuvieron relativamente estables, sin cambios significativos entre los puntos de monitoreo (Figura 12.b) ni entre las diferentes estaciones del año.

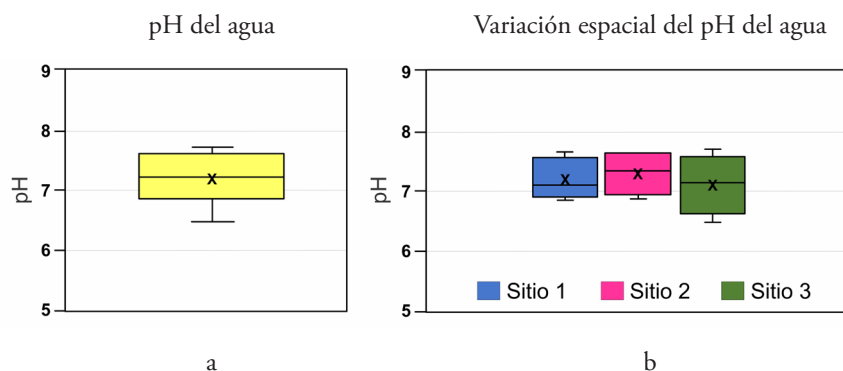


Figura 12. a) Rango de valores de pH obtenidos en las 18 muestras. **b)** Rango de valores de pH medidos en los diferentes sitios de muestreo a lo largo del río.

Con respecto a la conductividad eléctrica, los valores registrados en las mismas 18 muestras varían entre 47,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 123 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (promedio: 97 $\mu\text{S}/\text{cm}$), indicando que el agua del río Quillinzo es dulce, de muy baja salinidad (Figura 13.a), con valores similares a los que usualmente medimos en aguas de lluvia de esta región.

Se observa un leve incremento de la CE, y por lo tanto de la salinidad, a medida que el río avanza aguas abajo, desde el Sitio 1 al Sitio 3 (Figura 13.b). Esto se aprecia tanto en los valores máximos como en los promedios (los que representan el resultado de sumar todas las mediciones y dividir las

por la cantidad de muestras analizadas) y en las medianas (valor central cuando los datos se enlistan y ordenan de menor a mayor).

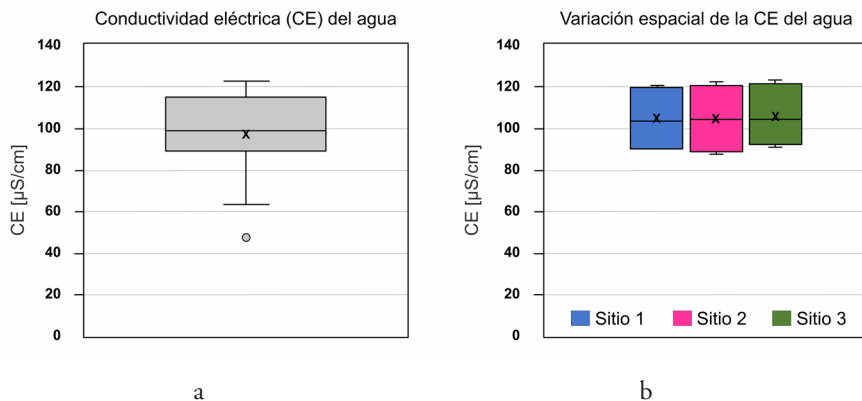


Figura 13. a) Rango de valores de CE obtenidos en las 18 muestras. **b)** Rango de valores de CE medidos en los diferentes sitios de muestreo a lo largo del río.

Por otra parte, se realizó un monitoreo temporal más detallado de la CE, con el objetivo de comprender cómo este parámetro varía a lo largo del tiempo en respuesta a factores climáticos e hidrológicos, especialmente respecto a la cantidad de precipitaciones y los caudales del río. Para este análisis se tuvieron en cuenta todas las mediciones efectuadas en la zona de estudio -incluyendo datos antecedentes de los años 2005 y 2006-, así como aquellas mediciones obtenidas en al menos uno de los tres puntos de muestreo (Figura 14).

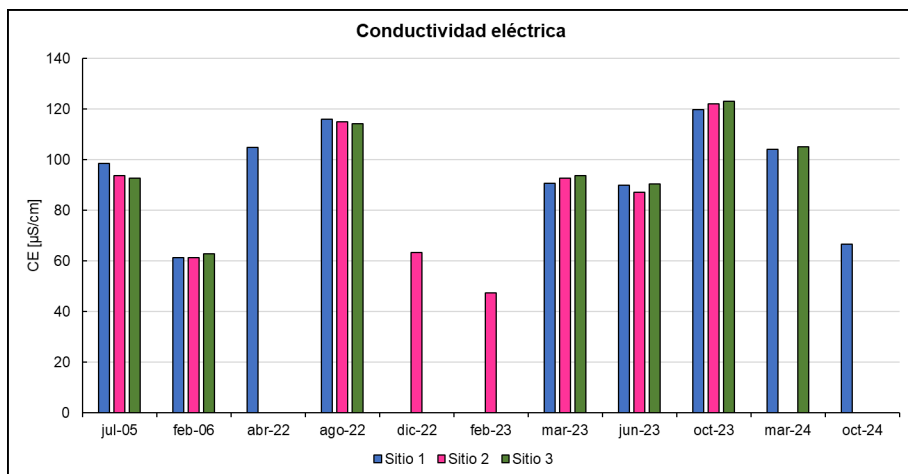


Figura 14. Variaciones estacionales de la Conductividad eléctrica (CE) en las aguas del río Quillín.

Un informe técnico realizado por Cabrera y Blarasin (2006) en Villa Cañada del Sauce mostró que, en julio de 2005, durante el período de estiaje (época del año donde el caudal del río es mínimo debido principalmente a la reducción de las precipitaciones), la CE del agua alcanzó un promedio de $95,9 \mu\text{S/cm}$, para un caudal de $0,78 \text{ m}^3/\text{s}$. Por otra parte, en febrero de 2006, luego de comenzado el período de mayores precipitaciones, el caudal aumentó hasta $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$, y la CE promedio descendió a $61,8 \mu\text{S/cm}$. Esta disminución en la salinidad del agua responde a un proceso de dilución: con mayores precipitaciones y un aumento en la escorrentía superficial, las concentraciones de solutos en el río Quillín se reducen, mientras que, en la época seca, la menor cantidad de agua tienden a concentrarlos.

Patrones similares se evidenciaron en los monitoreos realizados entre 2022 y 2024, en los que además se analizaron las precipitaciones acumuladas en los 30 y 7 días previos a cada muestreo.

Los datos, obtenidos del sistema de información hidrometeorológica de la Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHi) de la Provincia de Córdoba, pueden observarse en la Tabla 5 y corresponden a estaciones ubicadas en la cuenca alta (Estación Rodeo de Los Caballos) y cuenca media (Estación Cañada del Sauce) del río Quillín.

Tabla 5. Precipitaciones acumuladas en cuenca alta y media del río Quillínzo durante las fechas de muestreo del río.

Fecha de análisis	Promedio CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Estación Rodeo de los Caballos		Estación Cañada del Sauce	
		Precipitaciones acumuladas		Precipitaciones acumuladas	
		30 días (mm)	7 días (mm)	30 días (mm)	7 días (mm)
7/4/2022	104,8	33	0	24,4	0
22/8/2022	115,1	17,8	0	20,6	0
19/12/2022	63,4	76,6	4,8	64	9,4
23/2/2023	47,3	100	31,8	173,8	58,8
7/3/2023	92,4	58,6	1,5	109,2	0,8
5/6/2023	89,1	47,2	0	33,6	8,8
2/10/2023	121,6	27,2	1,6	5,6	0,8
25/3/2024	104,5	124,8	6,4	110	18,8
15/10/2024	66,5	57,6	56,4	65,8	62,6

En abril de 2022, la CE promedio fue de aproximadamente 105 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y aumentó a 115 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en agosto de ese mismo año, producto de un prolongado período de bajas precipitaciones (Figura 15).

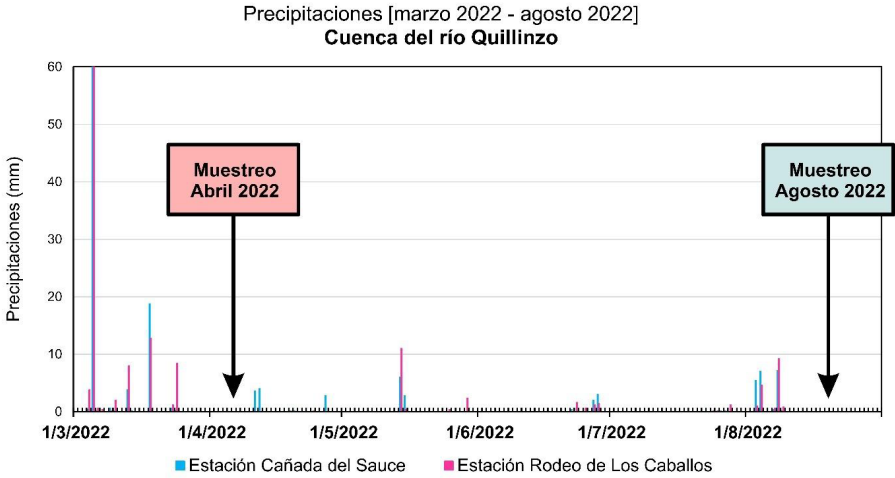


Figura 15. Precipitaciones diarias en la cuenca del río Quillínzo, entre marzo y agosto de 2022.

En los muestreos de diciembre de 2022 y febrero de 2023 (período lluvioso), la CE disminuyó notablemente (Figura 16). El valor más bajo (47 $\mu\text{S}/\text{cm}$) se midió el 22/2/2023, coincidiendo con una precipitación de 46 mm ocurrida el día previo, que generó la crecida del río y una mayor dilución de los solutos al momento del muestreo.

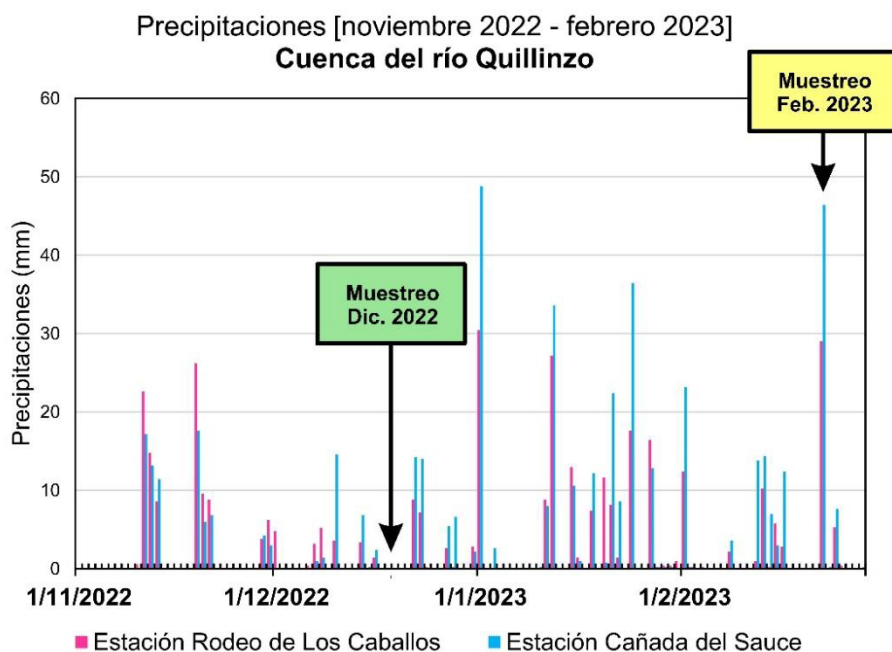


Figura 16. Precipitaciones diarias en la cuenca del río Quillín, entre noviembre de 2022 y febrero de 2023.

Tras las lluvias estivales, en los muestreos de marzo y junio de 2023, los valores de CE volvieron a aumentar, en el orden de los 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 17). Estas concentraciones se ajustan a una primera mitad del año 2023 más lluviosa respecto al mismo período del año anterior. Por el contrario, la escasez de precipitaciones durante la segunda mitad del año 2023 y, particularmente, los 30 días previos al muestreo de octubre, generó un marcado aumento en la salinidad del agua, alcanzando una CE de 121,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

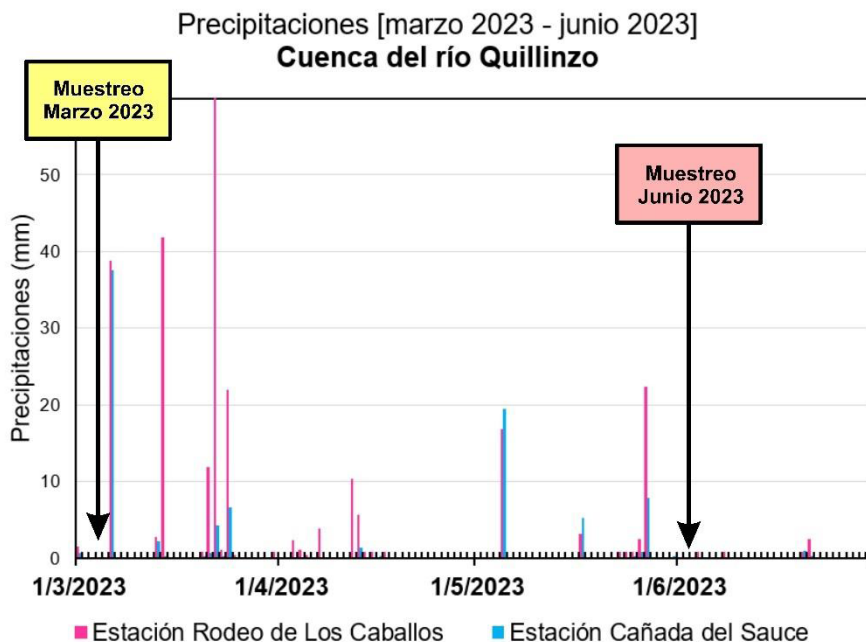


Figura 17. Precipitaciones diarias en la cuenca del río Quillín, entre marzo y junio de 2023.

Luego de los meses lluviosos (diciembre 2023-marzo 2024), el siguiente muestreo (25/3/2024) evidenció una nueva disminución de la CE (promedio = 104,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Finalmente, las grandes cantidades de agua precipitada durante los primeros días de octubre de 2024 (último monitoreo) redujeron considerablemente la CE del río hasta 66,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, casi la mitad del valor registrado en octubre del año anterior.

¿Hay arsénico y flúor en las aguas muestreadas?

En algunas regiones de nuestra provincia, como en la llanura Chaco-Pampeana, el agua subterránea presenta elevados contenidos de arsénico (As) y flúor (F) en solución. Las máximas concentraciones se encuentran en sectores de planicies y áreas de descarga presentes en el sur, sureste y este provincial (Blarasin *et al.* 2014). Su origen está asociado a procesos hidrogeológicos naturales y su presencia no deriva de contaminación por actividades humanas. Por el contrario, conforman el llamado “fondo natural”

de la composición química del agua subterránea (Blarasin 2003, Blarasin *et al.* 2009).

Según numerosas investigaciones (Nicolli *et al.* 1985; Smedley *et al.* 2000, entre otros), la meteorización del vidrio volcánico y la desorción desde la superficie de ciertos óxidos e hidróxidos presentes en los sedimentos loésicos -con los que el agua entra en contacto- serían los procesos y las fuentes principales del As y F⁻ en el agua.

En las regiones montañosas de la provincia, las concentraciones de ambos elementos son muy variables (generalmente, menores que en la llanura) y están principalmente vinculadas a factores geomorfológicos y litológicos. Por ejemplo, estudios realizados en el acuífero freático de la Sierra de Las Peñas muestran que los valores más elevados se asociaron a relieves suavemente ondulados presentes en las áreas cumbres de la sierra, caracterizados por una cubierta sedimentaria de tipo loésica (Pramparo *et al.* 2021, 2023). De igual manera, García *et al.* (2012) señalan la existencia de altos contenidos de flúor en el agua subterránea y en ríos y arroyos de la Sierra Chica, como consecuencia de la alteración química de algunos minerales presentes en las rocas graníticas de la región (por ejemplo, micas, fluorapatita, apatita y fluorita, entre otros).

El estudio de As y F⁻ disueltos es fundamental para la planificación y gestión de los recursos hídricos de cualquier territorio. La ingesta continua y prolongada de aguas con altas concentraciones constituye un riesgo para la salud de las personas y aumenta la probabilidad de ocurrencia de enfermedades: el exceso de arsénico en aguas de consumo puede producir Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico (HACRE), y el flúor puede generar Fluorosis (moteado marrón en los dientes o afectación a los huesos) (Blarasin y Cabrera, 2005).

En ese sentido, con el objetivo de proteger la salud pública, el Código Alimentario Argentino de la Nación (CAA) y la Secretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba (SRH) establecen los siguientes límites (concentraciones máximas de As y F⁻ disueltos) para el consumo humano de agua:

Arsénico:

- CAA: máximo 0,01 mg/L (equivalente a 10 µg/L)

- SRH: máximo tolerable (provisorio) de 0,05 mg/L (equivalente a 50 µg/L).

Flúor:

- CAA: límite superior recomendado de 1,3 mg/L (para el Sur de Córdoba, cuya temperatura media es de 16 °C).
- SRH: máximo tolerable de 1,5 mg/L.

En el agua del río Quillínz, la concentración de arsénico es extremadamente baja y, en la mayoría de los casos, ni siquiera es detectada por el equipo de medición utilizado. El valor más alto registrado (2,1 µg/L) es significativamente inferior a los límites máximos aceptables para consumo, por lo que no representa un riesgo para la salud humana. Aun en concentraciones tan bajas, la presencia de As en el agua superficial sugiere un aporte de agua subterránea a la escorrentía total del curso. En el medio subterráneo, el agua que circula por sedimentos loésicos -comunes en valles y sectores altos de la sierra- participa en la meteorización del vidrio volcánico presente en esos materiales. Como resultado, pequeñas cantidades de arsénico pueden liberarse e incorporarse en el agua que luego emerge en superficie.

Por su parte, los fluoruros en solución presentaron concentraciones variables, aunque siempre por debajo de los límites permisibles para el consumo humano (Figura 18). En algunas ocasiones, se obtuvieron valores de F⁻ por debajo del límite de detección (por ejemplo, febrero y marzo de 2023) o muy bajos (agosto de 2022 y junio de 2023). Los valores más altos se midieron en abril de 2022 (0,9 mg/L) y en octubre de 2023 y 2024 (concentraciones entre 0,4 y 0,5 mg/L).

El análisis de investigaciones antecedentes (Andreazzini, 2002; Cabrera y Blarasin, 2005) permitió establecer valores de referencia en relación a la concentración de flúor en las aguas superficiales de la cuenca del río Quillínz. En términos generales, los cursos que en cuenca alta atraviesan litologías metamórficas presentan menores contenidos de flúor disuelto en comparación con los ríos y arroyos que drenan al Batolito Cerro Áspero, constituido por rocas graníticas cuya mineralogía se caracteriza por su alto contenido en F⁻ (ver *Capítulo 1*). La presencia de este elemento químico disuelto en las aguas del río Quillínz se debe principalmente a la disolu-

ción de minerales como la fluorita, cuyos depósitos (diseminados, en vetas, en brechas hidrotermales, etc.) se encuentran ampliamente distribuidos en el mencionado batolito (Coniglio *et al.* 2013). Además, la biotita, un mineral abundante en las rocas graníticas presentes, contribuye significativamente a la liberación de flúor debido a su alta susceptibilidad a la alteración (Villalba, 1999; Sarzi, 2023).

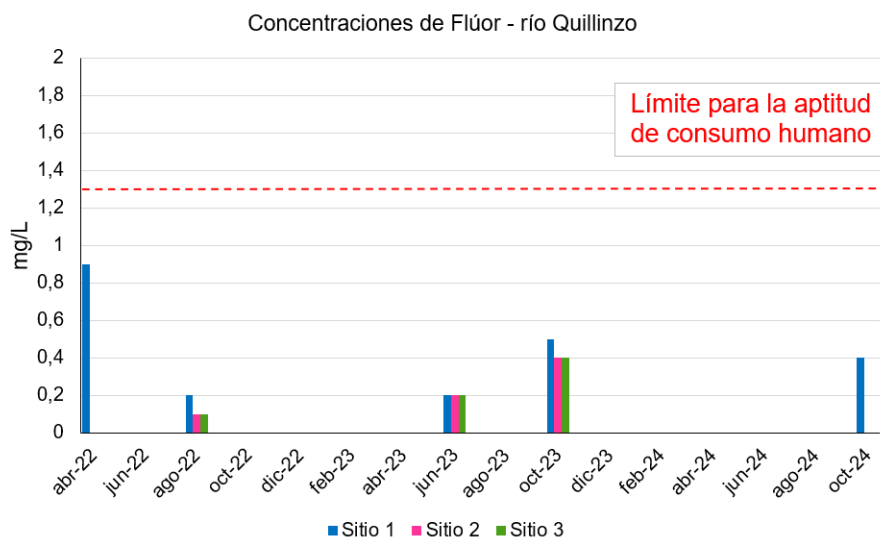


Figura 18. Concentración de fluoruros en los diferentes sitios de muestreo del río Quillínzo.

¿Puede el ser humano alterar la composición química del agua?

La alteración de la composición química natural de las aguas debido al uso y ocupación del territorio es una problemática de gran relevancia en distintas regiones del mundo. Uno de los indicadores más importantes para evaluar los cambios en la calidad del agua derivados de la contaminación es la concentración de nitratos (NO_3^-) disueltos. Si bien estos pueden estar presentes de forma natural (en bajas concentraciones), valores elevados suelen estar directamente relacionado con actividades humanas. Algunos escenarios frecuentes de contaminación pueden vincularse con el uso excesivo de fertilizantes, los desechos orgánicos de la cría de ganado, la presencia de basurales y el vertido de efluentes (urbanos o industriales), entre otros, muchos de los cuales han sido descritos y analizados en numerosos

trabajos de la región pampeana (Giuliano Albo *et al.*, 2013; Blarasin *et al.*, 2020; Becher Quinodóz *et al.*, 2024, etc.).

El monitoreo de las concentraciones de nitratos en el agua del río Quillínz permitió evaluar la magnitud y evolución de los procesos de contaminación a lo largo del tiempo y el espacio. En la Figura 19 puede observarse que los valores hallados se encontraron, en su mayoría, por debajo del límite de detección del método utilizado. Los bajos valores medidos en agosto de 2022 podrían derivar de un foco puntual de contaminación (que habría afectado a los 3 sitios de monitoreo) o ser el resultado de la descomposición natural de la materia orgánica del suelo. Asimismo, esta concentración se encuentra debajo del límite que establece el Código Alimentario Argentino para consumo humano.

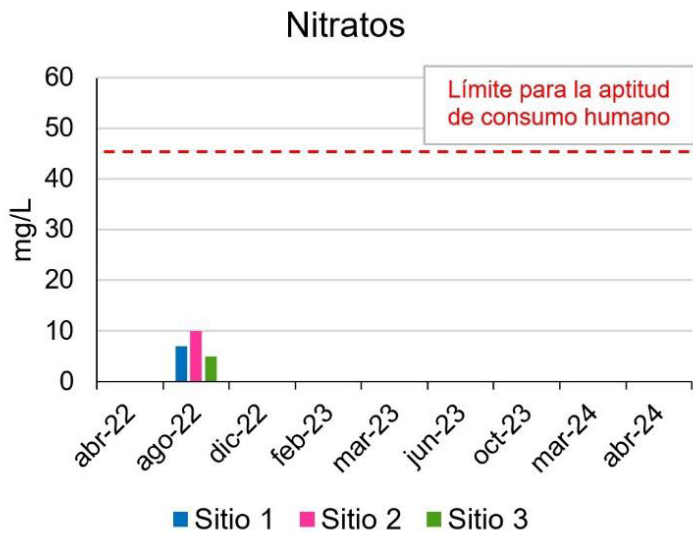


Figura 19: Concentración de nitratos disueltos en el agua del río Quillínz.

Consideraciones finales

El monitoreo de la composición físico-química del agua del río Quillínz es fundamental para evaluar, en términos espaciales y a distintas escalas temporales, la influencia de las variaciones climáticas, el uso del suelo y los factores geológicos en la geoquímica del agua, con el objetivo de brindar

información clave para la planificación, gestión y conservación de los recursos hídricos en la región.

El análisis realizado en este trabajo muestra la relación existente entre la conductividad eléctrica del agua (parámetro vinculado a la salinidad), la variabilidad estacional de las lluvias en la región y la proporción de agua subterránea que alimenta al río en diferentes momentos del año.

Se pudo observar que, durante los períodos húmedos, las abundantes precipitaciones y el aumento en el caudal del río favorecen la dilución de solutos, lo que resulta en valores de conductividad eléctrica más bajos. En cambio, en los períodos secos, el caudal total del río depende en gran medida del aporte de agua subterránea, que pasa a tener un rol predominante. Por su mayor tiempo de contacto con los minerales del medio geológico, el agua muestra una mayor salinidad y concentraciones un poco más elevadas de elementos como el arsénico y el flúor (derivados de procesos naturales), aunque siempre presentes por debajo de los límites máximos permitidos para su consumo.

Asimismo, las comparaciones interanuales evidencian que no todos los períodos húmedos o secos presentan la misma respuesta en términos de salinidad. La cantidad total de agua precipitada en los meses previos, así como la intensidad y distribución de las tormentas -por ejemplo, eventos ocurridos en la semana previa a un muestreo- pueden alterar significativamente los valores de conductividad eléctrica observados.

Junto con el análisis de la conductividad eléctrica, este monitoreo incluyó el seguimiento del pH, de los elementos mayoritarios y de las concentraciones de ciertos elementos de interés como el arsénico, el flúor y los nitratos. Considerando los niveles naturales esperados en la región, se observa que las aguas dulces del río Quillínz mantienen una calidad química estable y no presentan indicios de alteración química. Particularmente en las inmediaciones de Villa Cañada del Sauce, no se detectaron concentraciones elevadas o anómalas que sugieran impactos por actividades humanas.

Se recomienda continuar con el monitoreo propuesto ya que resulta esencial para evaluar la estabilidad hidrogeoquímica del sistema y detectar, a escala local y regional, posibles señales de alteraciones en la calidad del recurso hídrico.

Referencias Bibliográficas

- Andreazzini, J. (2002). *Estudio de Impacto Ambiental en Minería, con énfasis en los Aspectos Geológicos. Caso de estudio: mina de fluorita Cerros Negros. Sierra de Comechingones, Córdoba*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Becher Quinodóz, F., Cabrera, A., Blarasin, M., Matteoda, E., Pascuini, M., Prámparo, S. y otros. (2024). Chemical and isotopic tracers combined with mixing models for tracking nitrate contamination in the Pampa de Pocho aquifer, Argentina. *Environmental Research*, 252, 119571 p.
- Blarasin, M. (2003). *Geohidrología Ambiental del Sur de Córdoba, con énfasis en la ciudad de Río Cuarto y su entorno rural*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Blarasin, M., Cabrera, A. y Matteoda, E. (Comps.). (2014). *Aguas subterráneas de Córdoba*. Río Cuarto, Argentina: UniRío editora.
- Blarasin, M., Cabrera, A., Matteoda, E., Giuliano Albo, J., y Felizzia, J. (2009). Arsénico y Flúor en el agua subterránea en el Sur de Córdoba (Arg.), aspectos geoquímicos, conflictos de uso y gestión del recurso. En Benavente y Diaz (Eds.). *Temas emergentes en la gestión de aguas subterráneas* (pp 155-134). Río Cuarto, Argentina: UniRío editora.
- Blarasin, M. y Cabrera, A. (Eds.). (2005). *Agua subterránea y ambiente*. Córdoba, Argentina: Agencia Córdoba Ciencia.
- Blarasin, M., A. Cabrera, I. Matiatos, F. Becher Quinodóz, J. Giuliano Albo, V. Lutri, E. y otros. (2020). Comparative evaluation of urban versus agricultural nitrate sources and sinks in an unconfined aquifer by isotopic and multivariate analyses. *Science of the Total Environment*, 741, 140374 p.
- Cabrera, A. y Blarasin, M. (2005). Evaluación sobre posible contaminación del río Quillinzo en inmediaciones de Villa Cañada del Sauce. Informe técnico. Universidad Nacional de Río Cuarto. Inédito.

- Cabrera, A. y Blarasin, M. (2006). Monitoreo de la calidad del río Quillín en inmediaciones de Villa Cañada del Sauce. Informe técnico. Universidad Nacional de Río Cuarto. Inédito.
- Coniglio, J., D'Eramo, F., Pinotti, L., Demartis, M., Maffini, M.N. y Figueiredo, A.M.G. (2013). Fraccionamiento de ETR en fluoritas provenientes de depósitos magmático hidrotermales de W-Mo. Distrito minero Cerro Áspero, Córdoba. Libro de resúmenes del *11º Congreso de Mineralogía y Metalogenia* (pp. 193 -198). San Juan, Argentina.
- Custodio, E. (1993). Hidrogeoquímica e Isotopía ambiental. En Bocanegra y Rapaccini (Eds.). *Temas Actuales de la Hidrología Subterránea* (pp. 61-78). Mar del Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Mar del Plata.
- García, M. G., Lecomte, K. L., Stupar, Y., Formica, S. M., Barrionuevo, M., Vesco, M., Gallará, R. y Ponce, R. (2012). Geochemistry and health aspects of F-rich mountainous streams and groundwaters from sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina. *Environmental Earth Sciences*, 65, pp. 535-545.
- Gibbs, R.J. (1970). Mechanisms controlling world water chemistry en *Science*, 170, pp. 1088-1090.
- Giuliano Albo, M.J., Blarasin, M. y Panarello, H. (2013). Geoquímica e isótopos del nitrato en el acuífero libre de un agroecosistema, cuenca del arroyo Knutzen, Córdoba, Argentina. En González, N., Kruse, E., Trovatto, M. y Laurencena, P. (Eds.). *Agua Subterránea Recurso Estratégico* (pp. 51-57). La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Nicolli, H., O'Connor, T., Suriano, J., Koukharsky, M., Gómez Peral, M., Bertini, L. y otros (1985). Geoquímica del As y de otros oligoelementos en aguas subterráneas de la llanura Sudoriental de Córdoba. *Miscelánea. Academia Nacional de Ciencias*, Córdoba, 71, 110 p.

- Pramparo, S., Blarasin, M., Giacobone, D., Bécher Quinodóz, F. y Degiovanni, S. (2021). Factores que controlan la concentración de flúor en aguas subterráneas en la cuenca alta y media del arroyo Las Peñas, Sierras Pampeanas de Córdoba, Argentina. En *Actas de resúmenes del 15° Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra* (pp. 776-787). Buenos Aires, Argentina.
- Pramparo, S., Blarasin, M., Degiovanni, S., Giacobone, D., Lutri, V., Cabrera, A. y otros (2023). Geochemical processes that explain arsenic in groundwater in a basin developed in the Pampean Mountains and piedmont, Córdoba, Argentina. *Sustainable Water Resources Management*, 9, 134 p.
- Pramparo, S., Blarasin, M., Pascuini, M., Schroeter, P.G., Lutri, V., Giacobone, D. y otros. (2024). Características hidrogeoquímicas y factores de control en aguas superficiales en zonas de recarga hidrológica, Sierra de Comechingones, Córdoba. Argentina (p. 208). En *Actas de resúmenes del 19° Encuentro Internacional de Ciencias de la Tierra*. Mendoza, Argentina.
- Sarzi, M. (2023). *Hidrogeoquímica de aguas superficiales y subterráneas del sistema hidrológico La Invernada – Las Cañitas, Cuenca Alta Río Cuarto, Córdoba*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Servicio Meteorológico Nacional. (2025). *Clima de Argentina*. Recuperado el 3 de febrero de 2025, de <https://www.smn.gob.ar/estadisticas>
- Smedley, P., Macdonald, D., Nicolli, H., Barros, A., Tullio, J. y Pearce, J. (Eds.). (2000). *Arsenic and other quality problems in groundwater from Northern La Pampa province*. Nottingham, Inglaterra: British Geological Survey.
- Villalba, G. (1999). *Estudio geohidrológico con énfasis en la geoquímica del flúor de la cuenca del arroyo El Talita. Departamento de Río Cuarto, Córdoba*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.

Propuesta didáctica: Analizando el agua del río Quillinzo y su relación con el entorno

Estudiar y comprender la calidad del agua de un río es una buena oportunidad para que todos los integrantes de una comunidad podamos aprender sobre los factores más importantes que influyen en su composición físico-química.

El río Quillinzo, como vimos previamente, cambia a lo largo del año en función de las lluvias que se dan en la cuenca, de los cambios en el caudal y de los materiales con los que interactúa.

Para analizar y discutir estos conceptos de manera práctica, proponemos una actividad dirigida a estudiantes de distintos niveles educativos y a cualquier persona interesada en la temática, que invite a reflexionar, sintetizar y comunicar de manera creativa las principales características del agua del río Quillinzo y su relación con el entorno.

Objetivo: con la información obtenida en el texto, crear una narración sobre las características del río Quillinzo, su origen, recorrido e interacción con el medio, donde el *Ciclo del agua* sea el eje del trabajo.

Producción: la historia puede ser presentada en diversos formatos. Por ejemplo:

- Un cuento ilustrado.
- Una historieta con viñetas, diálogos y distintos protagonistas.
- Un gran dibujo que represente procesos, factores, actores sociales, etc. de la cuenca y sus posibles relaciones.

Tarea 1: ordenar las ideas.

En primera instancia, les proponemos que ordenen las siguientes ideas, de manera tal que la narración siga un hilo coherente y lógico. Daremos como “pista” el inicio del ciclo, con las precipitaciones como protagonistas:

Orden	Idea principal
1	Las precipitaciones (principalmente, lluvias que caen desde la atmósfera), representan la entrada de agua al sistema. Recargan los acuíferos, los arroyos y ríos de la cuenca...
	El río Quillinzo desemboca en el Embalse Río Tercero (cuenca baja). Desde allí, el agua se conduce a través del río Ctlamochita (río Tercero).
	En la cuenca media, el río Quillinzo atraviesa la localidad de Villa Cañada del Sauce. El agua es aprovechada por la población para distintos fines: abastecimiento, cría de animales, turismo, etc. Tanto “río arriba” como “río abajo”, el agua sale del sistema a través de la evapotranspiración, regresando a la atmósfera.
	Una parte del agua de lluvia se infiltra en el suelo, alimentando los acuíferos. El agua viaja en profundidad a través de las fracturas del basamento rocoso.
	A veces, el agua sale del acuífero a través de vertientes. En algunas ocasiones, el agua acumulada forma arroyitos que viajan por la pendiente hasta alcanzar ríos más caudalosos.

* Para mayor información relacionada a la cuenca del río Quillinzo, no olviden revisar el *Capítulo 1: “Explorando la Cuenca del Río Quillinzo: un viaje a través de la historia, la arqueología, la geología y los retos socioambientales hacia el futuro”*

Tarea 2: completar la narración.

Ahora, deberán agregar detalles a su obra, destacando aquellos procesos que puedan modificar la calidad del agua del río. Por ejemplo:

- **Cambios de la calidad del agua por actividades humanas:** contaminación por residuos ganaderos, impacto de poblaciones o industrias cercanas, etc.

- **Interacción del agua con las rocas y sedimentos:** la composición del agua cambia cuando el agua meteoriza los minerales con los que interactúa.
- **Variaciones en la salinidad según el clima:** las lluvias intensas pueden diluir las sales (disminuyendo la salinidad del agua), mientras que, en períodos secos, las salinidades aumentan.
- **Rol del agua subterránea en épocas de sequía:** en el período de estiaje (de junio a septiembre), el río depende más del agua que emerge desde el subsuelo.
- **Conexión con el ecosistema:** la importancia del agua para la fauna y la vegetación que rodea el río.

Tarea 3: valorar y proteger al río

Como cierre de esta actividad, les proponemos volver sobre lo trabajado previamente y tomarse un tiempo para reflexionar sobre la importancia de estudiar y monitorear la química del agua en la cuenca del río Quillín.

En forma grupal, intercambiar opiniones e ideas que puedan responder a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es importante conocer las variaciones de la composición físico-química del agua del río Quillín a lo largo del año?
- ¿Qué información puede brindarnos el monitoreo de parámetros como la conductividad eléctrica, el pH y la concentración de ciertos elementos químicos sobre el estado del río?
- ¿Pueden las actividades humanas contaminar las aguas del río Quillín? ¿Qué consecuencias podría tener una mala calidad del agua para quienes habitan la comuna?
- ¿Qué acciones podríamos realizar, desde nuestras casas o escuelas, para ayudar a proteger el agua de nuestra cuenca?

Ecosistemas microscópicos: explorando algas y microfauna en el biofilm del río Quillín

Luciana Cibils-Martina¹, Carolina E. Ortiz¹ y Julieta del R. Lucero¹

Primero que nada, ¿qué es el biofilm?

Seguramente alguna vez has patinado al pisar las piedras en el río, con una capa marrón y gelatinosa. En esa capa, que cubre como una piel todas las superficies disponibles, viven miles de organismos, formando una película de vida, o **biofilm**, como se dice en inglés. Los protagonistas de esta biopelícula son algas, bacterias, hongos, y animales muy pequeños que se conocen como microfauna, que viven dentro de una cúpula de gelatina que ellos mismos producen, y se relacionan entre sí de diferentes maneras.

Si pudiéramos hacernos muy pero muy pequeños y sumergirnos para explorar ese mundo microscópico y gelatinoso más de cerca (Figura 1),

¹ Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA), CONICET-UNRC. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

encontraríamos primero a las algas, principalmente las diatomeas, que son las reinas doradas de este ecosistema microscópico. Podemos descubrir una gran variedad de formas y tamaños diferentes (aunque siempre muy pequeñas, 200 veces más chiquitas que una hormiga). Estas son algas que parecen una cajita de cristal, porque tienen un caparazón transparente, con muchos agujeritos que forman patrones muy bonitos. En su interior podemos ver unas bolsitas alargadas o redondas de color dorado, que son sus cloroplastos, lo que les permite hacer la fotosíntesis. Mediante este proceso todas las algas fabrican su propio alimento a partir de la luz del sol y el dióxido de carbono del agua. De esa manera producen oxígeno, gran parte del que nosotros respiramos, y también son alimento para los animales que viven en el agua. Igual que las plantas en la tierra.



Figura 1. Representación del biofilm o biopelícula con algas microscópicas. Dibujo de Luciana Cibils Martina.

Las **diatomeas** (Figura 2) están formadas por una sola célula, pero a veces encontramos muchas unidas formando largas cadenas. Algunas se adhieren a las rocas o a otras algas por toda su superficie, resistiendo con fuerza la velocidad de la corriente. Otras se deslizan como botecitos, en busca de luz, nutrientes y mejores condiciones para vivir. Algunas diatomeas se agrupan formando “arbolitos”, que se elevan sobre la superficie con sopor-

tes de gelatina. Con esa gelatina también algunas se quedan pegadas entre sí, formando estrellas apoyadas en el sedimento, o cadenas que flotan. De esa manera, encuentran más luz y nutrientes, pero también quedan más expuestas a ser arrastradas por la corriente y a ser devoradas por los bichos.

Además de las diatomeas podemos encontrar otros tipos de algas: **algas verdes y cianobacterias** (Figura 2), en una explosión de filamentos de colores que recubren la superficie o se elevan mucho más alto, como edificios. Tienen formas muy variadas, algunas son redondeadas, otras tienen puntas, pueden ser en forma de medialuna o de estrellas. Y otras tienen muchas células alineadas, formando cadenas muy largas que ondean y danzan con la corriente. Las algas verdes tienen cloroplastos en forma de redes, estrellas o de espirales. Las cianobacterias no tienen cloroplastos porque sus células son procariotas (no tienen un núcleo verdadero, como todas las bacterias), pero fueron las que inventaron la fotosíntesis hace miles de millones de años, ya que tienen pigmentos para captar la luz que les dan un color verde oscuro.

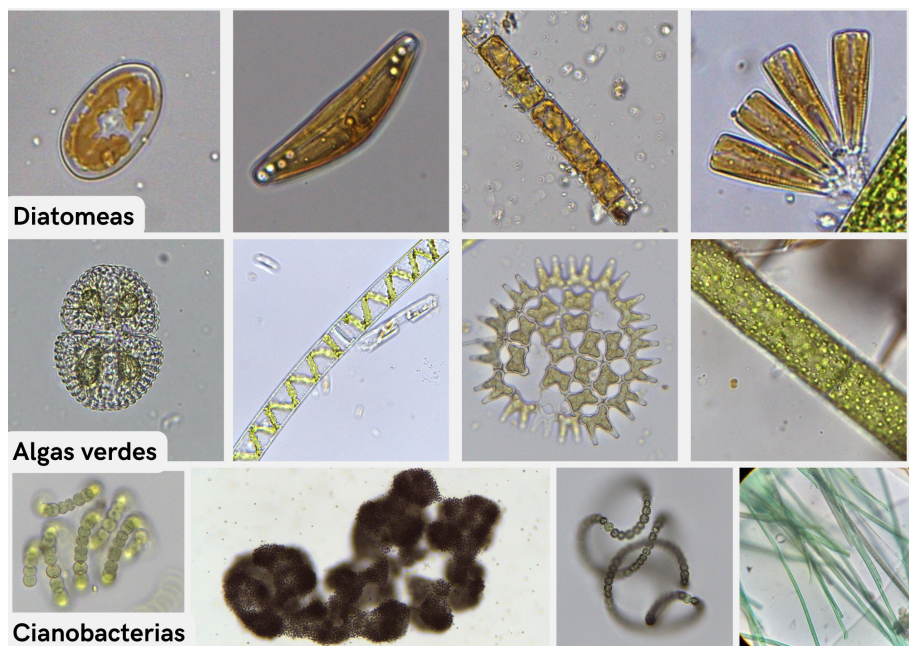


Figura 2. Ejemplos de algas microscópicas de diferentes grupos: diatomeas, algas verdes y cianobacterias. Fotografías de Luciana Cibils Martina.

En este ecosistema microscópico no todos fabrican su propio alimento, sino que algunos aprovechan esa energía obtenida del sol y transformada en ricos azúcares por las algas. Las **bacterias** que no hacen fotosíntesis están por todos lados, algunas son como pelotitas, otras más alargadas, otras como espirales, y tapizan toda la superficie (Figura 3). En la exploración de este mundo también nos podemos tropezar con cuerdas y esferas transparentes que forman parte del cuerpo de los **hongos** acuáticos, que serían el micelio y las esporas. Los hongos crecen sobre pedacitos de hojas y troncos que llegan desde el mundo exterior. Los hongos y las bacterias cumplen una función muy importante, ya que se alimentan de todos los cadáveres, liberando nuevamente compuestos más simples que las algas y otros organismos pueden volver a utilizar. Son los recicladores, tan necesarios en toda sociedad.



Figura 3. Representación del biofilm con hongos y bacterias. Dibujo de Luciana Cibils Martina.

Otros organismos que aprovechan ese alimento reciclado y también se alimentan de algas, bacterias y hongos son los que forman la **microfauna** (Figura 4). Encontramos una vasta diversidad de animales muy pequeños pero complejos, y protozoos formados por una sola célula. Estos se conocen como consumidores en las cadenas alimenticias, pero son un poco

más extraños que los conejos o el puma que estudiamos en el ambiente terrestre. Hay algunos gusanos, que se mueven como un látigo, y otros que se van alargando y acortando, moviendo y comiendo algas a su paso. También hay rotíferos, que tienen una corona con pelos rodeando la boca que se mueve constantemente, y de esa forma van comiendo mientras nadan, o mientras se quedan agarrados con un piecito de algún alga verde. Podemos cruzarnos con algunos nadadores veloces como los ciliados, que están llenos de pelitos o cilios que baten para nadar y alimentarse, los flagelados, que tienen un flagelo que agitan como un látigo o una soga para avanzar, o con las amebas, que se mueven muy lentamente, estirando de a poco unos brazos gelatinosos.



Figura 4. Representación del biofilm con microfauna entre algas filamentosas. Dibujo de Luciana Cibils Martina.

Todos los organismos del biofilm están en constante interacción. Las algas aportan nutrientes y oxígeno como producto de la fotosíntesis, las bacterias y hongos aportan los productos de la degradación de sustancias complejas, dióxido de carbono de su respiración y vitaminas que las algas aprovechan. La microfauna se alimenta de algas, bacterias y materia orgánica. También las bacterias, hongos y microfauna pueden crecer encima de las algas, así que estas son el hábitat de muchos organismos. Si todo

este ecosistema se encuentra saludable y en equilibrio las personas podemos disfrutar de un río con agua limpia. Pero ¿qué pasa cuando nuestro río atraviesa alguna ciudad, campos, industrias, desagües, basurales, zonas incendiadas o deforestadas? Encontramos un panorama más desalentador. Quedan solo los organismos que pueden resistir o tolerar la exposición a sustancias tóxicas, o el exceso de nutrientes, o la falta de luz o comida rica. Vemos todo cubierto de algunas pocas bacterias, algas pequeñas, pocos hongos... la cúpula gelatinosa se trata de reforzar, pero no puede proteger a todos. Los animales de la microfauna también son más escasos, con menos alimento, y quedan solo los que aprovechan estas condiciones desfavorables para la mayoría. Y pasa lo mismo con animales más grandes, que vemos a simple vista, como las larvas de insectos, de anfibios o los peces. En este biofilm empobrecido ya no es tan eficiente el programa de reciclado o de producción de oxígeno, y entonces todo el lugar se transforma en un paisaje más triste y marrón.

No todos tenemos la suerte de poder descubrir este mundo con nuestros propios ojos, pero al saber que existe podemos protegerlo y disfrutar de todo lo que nos ofrece.

¿Qué hicimos en Villa Cañada del Sauce?

Entre agosto de 2022 y junio de 2023 visitamos el río Quillinzo en la localidad de Villa Cañada del Sauce para realizar muestreos estacionales de la diversidad acuática. Seleccionamos tres sitios, los mismos que se describen en el capítulo anterior (capítulo 2): uno aguas arriba de la localidad (Sitio 1), otro en el puente del centro de la comuna (Sitio 2), y el tercero aguas abajo (Sitio 3).

Para conocer algunos aspectos del biofilm de este río tomamos muestras de algas en las diferentes estaciones y en el muestreo de primavera también observamos la microfauna. Intentamos tomar muestras para ver hongos, pero la dinámica del río nos jugó una mala pasada: el río creció y se llevó las bolsas con hojas que dejamos para que los hongos las colonicen.

Para conocer las algas que viven adheridas a las rocas del río recolectamos al azar tres cantos rodados (rocas de más o menos 10 cm) del fondo del río en cada tramo (Figura 5). Colocamos esos sustratos en un recipiente con agua limpia, los raspamos con ayuda de un cepillo de cerdas firmes, y guardamos las muestras en frascos, refrigeradas en oscuridad hasta su

procesamiento en el laboratorio. Medimos la superficie de esas rocas para estimar la densidad algal, es decir cuántas algas hay en 1cm².

En el laboratorio, medimos el volumen total de cada muestra y las fijamos y conservamos con formaldehído al 4%, para posteriormente realizar la identificación de géneros algales y los cálculos de densidad. Para identificar los géneros de algas observamos las muestras en un microscopio óptico MOTIC a 400 aumentos, y utilizamos bibliografía para cada grupo de algas. Realizamos recuentos colocando una gota (0,3 ml) de la muestra entre porta y cubreobjetos (24 x 50 mm) y contamos todos los organismos que veíamos a lo largo de una línea o transecta de superficie conocida. La unidad de conteo fue la célula individual para los organismos unicelulares, una longitud de 30 µm para organismos filamentosos en los cuales no se pueden identificar las células, y el organismo en los que son coloniales. La estimación de la densidad algal (número de organismos/cm²) se realizó siguiendo a Villafañe y Reid (1995).

Por otro lado, en el muestreo de noviembre colocamos sustratos artificiales para la colonización del biofilm durante un mes. Los sustratos artificiales se utilizan con diferentes objetivos, imitando a sustratos naturales. Pueden ser rocas del río limpias, vidrios, lajas, cerámicos, que son colonizados por los organismos del biofilm. En este caso, utilizamos filamentos de polipropileno (hilos de nylon) que fueron sujetos a rocas en el arroyo en el sitio aguas arriba. A partir del raspado de estos sustratos analizamos la concentración de clorofila *a*, la composición de la comunidad de microfauna, y la biomasa total de la comunidad.

La clorofila *a* es el pigmento que capta la luz para el proceso de fotosíntesis, y su concentración nos indica cuántas algas hay. Para su estimación, filtramos 10 ml de la muestra con filtros de fibra de vidrio de 1,2 µm, utilizamos acetona al 90% para la extracción de la clorofila, y luego un espectrofotómetro para medir la absorción a 665 y 750 nm (Gómez *et al.* 2009).

Para el análisis de la microfauna observamos y contamos los organismos en vivo, en el día del muestreo, utilizando un microscopio óptico. Identificamos amebas (desnudas y tecadas), ciliados, dinoflagelados, euglenozoos, flagelados, heliozoos, anélidos, nemátodos, platelmintos, rotíferos y tardígrados, que pueden englobarse como protozoos y micrometazoos (Reiss 2018).

Para estimar la biomasa total del biofilm, filtramos 10 ml de la muestra con filtros de fibra de vidrio, los secamos y pesamos en una balanza de precisión, y luego los colocamos en una mufla para incinerar la materia orgánica y obtener el peso seco libre de cenizas (PSLC, Biggs y Kilroy 2000).

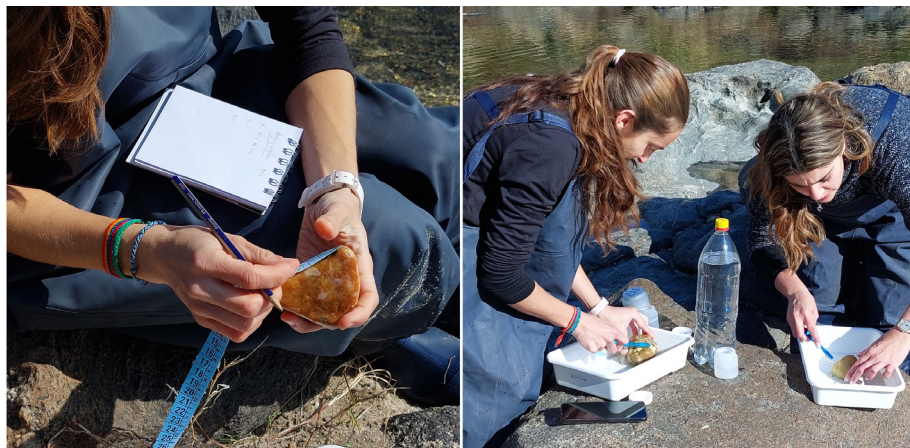


Figura 5. Toma de muestras de algas adheridas a rocas en el río Quillínz.

¿Qué encontramos?

En el análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras identificamos un total de 68 géneros de algas que se enlistan en la Tabla del anexo. La mitad fueron diatomeas (división Bacillariophyta - 49%), que como mencionamos antes son las más comunes en nuestros ríos. Registramos 23 algas verdes de las divisiones Chlorophyta (22%) y Charophyta (12%). También observamos 11 cianobacterias (16%), y 1 género de dinoflagelados (1%).

Los géneros más abundantes fueron *Achnanthidium*, *Cocconeis*, *Reimeria*, seguidos por *Gomphonema* especialmente en invierno y *Navicula* en otoño (Figura 6 y 7). Los primeros se encuentran bien adheridos al sustrato, en la parte baja del biofilm, lo que les da mayor resistencia al desprendimiento por la corriente, mientras que *Gomphonema* se eleva a mayor altura en el biofilm mediante la producción de tractos de mucílago, y *Navicula* puede moverse, deslizándose sobre el sustrato, buscando las mejores condiciones de luz y nutrientes para crecer.

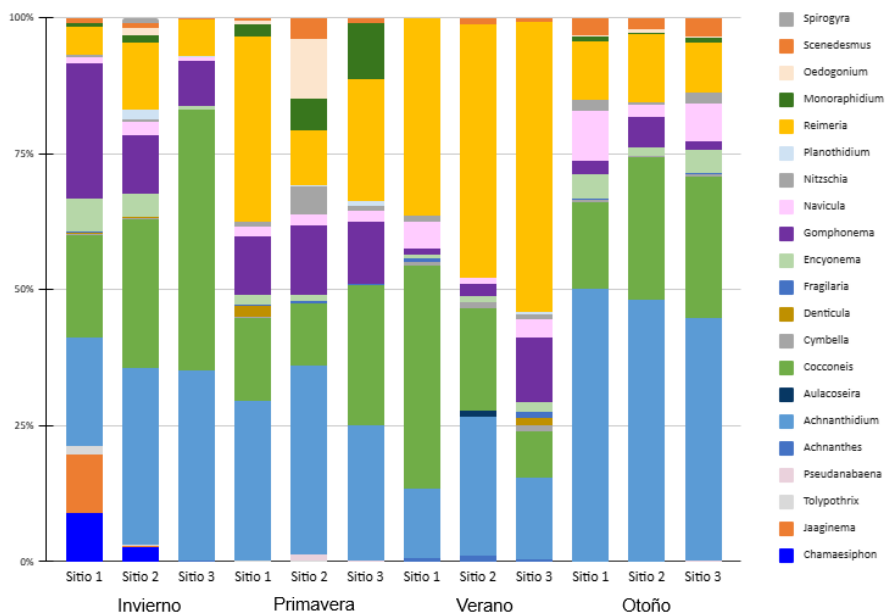


Figura 6. Géneros de algas con abundancia relativa mayor al 1% registrados en los sitios de muestreo (sitio 1, 2 y 3) en el río Quillínz en la localidad de Villa Cañada del Sauce en agosto de 2022 (invierno), noviembre de 2022 (primavera), marzo de 2023 (verano) y junio de 2023 (otoño).

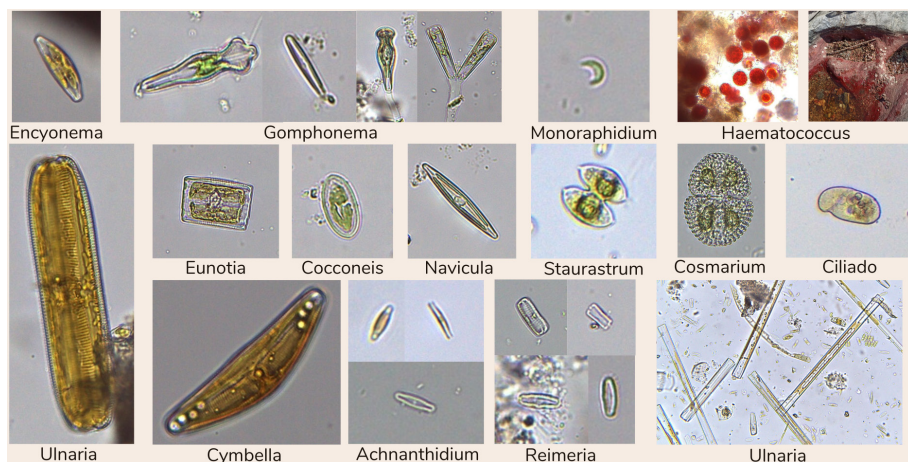


Figura 7. Géneros de algas observadas en los sitios de muestreo en el río Quillín en la localidad de Villa Cañada del Sauce entre agosto de 2022 (invierno) y junio de 2023 (otoño).

La riqueza de algas (número de géneros diferentes) varió entre 3 (sitio 2 verano) y 31 (sitio 1 invierno) géneros. Fue menor en promedio en el verano, con valores similares el resto del año y entre los diferentes sitios (Figura 8). La densidad de algas, es decir la cantidad de organismos por centímetro cuadrado, fue mayor en otoño en el sitio 1 (Figura 8).

La diversidad fue mayor en invierno y primavera, y la equitatividad en primavera y verano, con valores similares entre los sitios. Estos índices reflejan cuántos taxones diferentes hay y cómo se reparte la abundancia entre ellos.

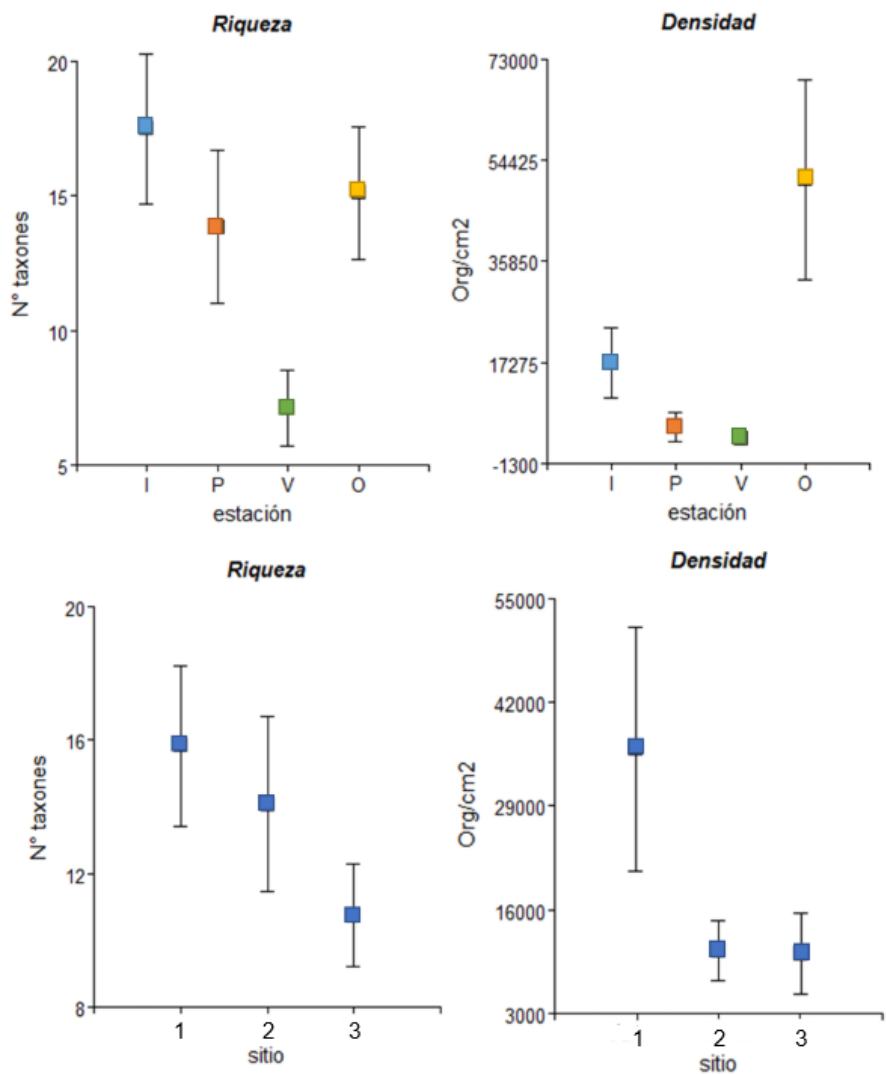


Figura 8. Riqueza de taxones y densidad de organismos en agosto de 2022 (Invierno), noviembre de 2022 (Primavera), marzo de 2023 (Verano) y junio de 2023 (Otoño), en los sitios de muestreo (sitio 1, 2 y 3) en el río Quillín en la localidad de Villa Cañada del Sauce.

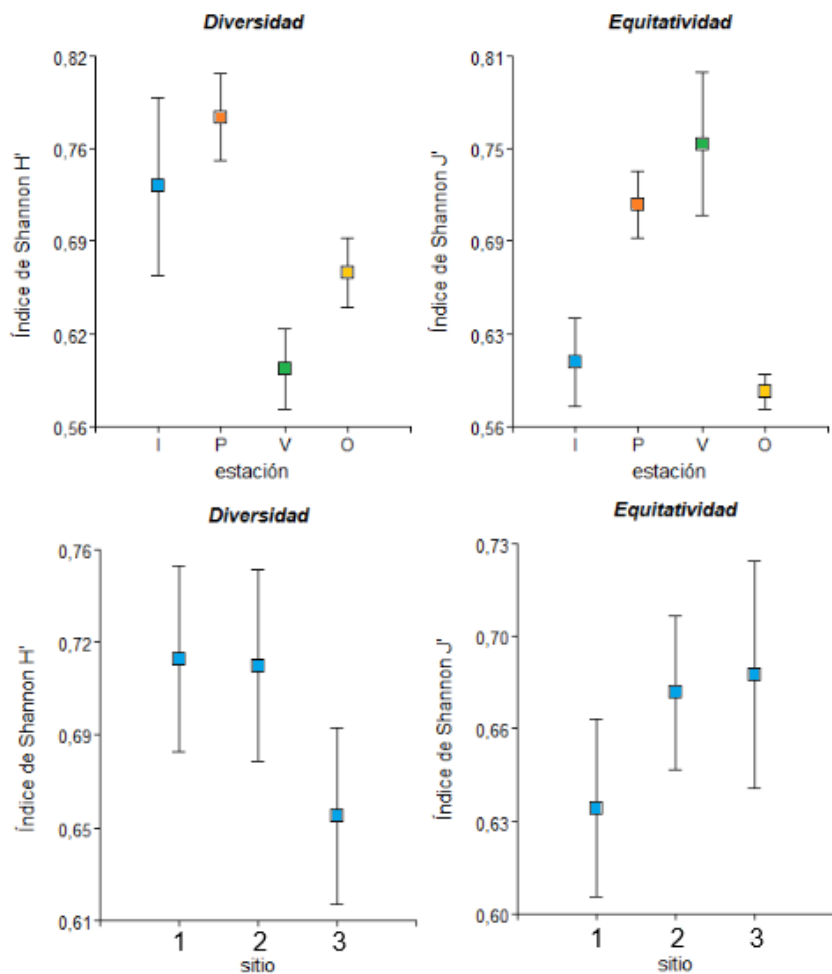


Figura 9. Diversidad y equitatividad de la comunidad algal en agosto de 2022 (Invierno), noviembre de 2022 (Primavera), marzo de 2023 (Verano) y junio de 2023 (Otoño), en los sitios de muestreo (sitio 1, 2 y 3) en el río Quillínz en la localidad de Villa Cañada del Sauce.

Concentración de clorofila a

El valor medio clorofila a fue de $0,0025 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ en las muestras de algas tomadas de las rocas, y de $0,0042 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ en las muestras de sustratos artificiales. El valor de biomasa total del biofilm, medido como peso seco libre

de cenizas, fue de 0,024 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ en las rocas y 0,018 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ en las muestras de sustratos artificiales (Figura 9).

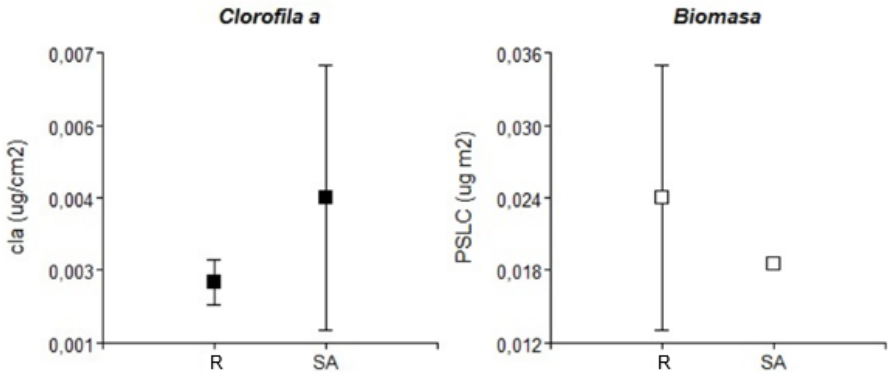


Figura 9. Clorofila *a* y biomasa como PSLC en muestras de algas tomadas de rocas (R) y de sustratos artificiales (SA) en el sitio 1 del río Quillinzo en la localidad de Villa Cañada del Sauce en noviembre de 2022.

Microfauna

En las muestras de sustratos artificiales del sitio 1 identificamos 7 grupos de protozoos y micrometazoos, y registramos un total de 175 organismos/cm² (Tabla 1). Los grupos predominantes fueron ciliados (Figura 7) y flagelados.

	org/cm ²
Amebas desnudas	1,67
Amebas tecadas	0,83
Anélidos	0,00
Ciliados	102,78
Flagelados	66,39
Heliozoos	1,39
Nemátodos	0,56
Rotíferos	1,39
Abundancia total	175
Riqueza	7

Tabla 1. Análisis cuantitativo de las muestras de microfauna de sustratos artificiales en el sitio 1 del río Quillinzo en la localidad de Villa Cañada del Sauce en noviembre de 2022.

Consideraciones finales

El biofilm en general, y las comunidades de algas en particular, son utilizadas en muchos países del mundo para evaluar la calidad del agua (Gómez *et al.* 2020, Devercelli 2022). Estos organismos que están adheridos a todas las superficies del río, están expuestos a las condiciones ambientales y contaminantes que hay en ese lugar, y nos pueden contar la historia de los disturbios que han resistido. Por esto son buenos bioindicadores de la calidad ecológica, permitiendo inferir el estado del ambiente o la presencia de perturbaciones de acuerdo a las características ecológicas de las especies que encontremos y su abundancia.

En los muestreos que realizamos en Villa Cañada del Sauce, encontramos gran cantidad y diversidad de organismos, con géneros característicos de ambientes serranos (Cibils-Martina *et al.* 2013, 2017). Sería importante continuar los monitoreos en el río Quillinzo para profundizar la caracterización de esta comunidad, calcular índices más específicos o poder desarrollar herramientas para detectar cambios a partir de la línea de base establecida en este estudio.

El conocimiento de la biodiversidad acuática y su importancia para mantener la calidad del ecosistema fluvial nos acerca a generar estrategias para protegerla y poder seguir disfrutando de nuestros ambientes naturales.

Referencias Bibliográficas

- Biggs, B.J.F. y Kilroy, C. (Eds.). (2000). *Stream periphyton monitoring manual*. New Zealand: Publishers NIWA.
- Cibils Martina, L., Principe, R., y Gari, N. (2013). Effect of a dam on epilithic algal communities of a mountain stream: before-after dam construction comparison. *J. Limnol.* 72(1): 79-94.
- Cibils-Martina, L., Márquez, J., Principe, R., Gari, N. y Albariño, R. (2017). Pine afforestation affects key primary producers in mountain grassland streams in Córdoba, Argentina. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 51(4): 591-607.

- Devercelli, M. (2022). Muestreo de campo y conservación de muestras. En Giorgi, A., Domínguez, E. y Gomez, N. (Comp.) *Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina* (pp. 128-153). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Consejo Nacional Investigaciones Científicas Técnicas - CONICET.
- Gómez, N., Domínguez, E., Rodrigues Capítulo, A. y Fernández, H.R. (2020). Los indicadores biológicos. En Domínguez, E., Giorgi, A. y Gómez, N. (Comp.) *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina: bases para el análisis de la integridad ecológica* (pp. 58-71) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Eudeba.
- Gómez, N., Donato, J.C., Giorgi, A., Guasch, H., Mateo, P. y Sabater, S. (2009). La biota de los ríos: los microorganismos autótrofos. En Elosegí, A. y Sabater S. (Eds) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 219-242). Barcelona, España: Fundación BBVA.
- Reiss, J. (2018). Microorganisms 2: Viruses, prokaryotes, fungi, protozoans, and microscopic metazoans. En Hughes, J. (Ed.) *Freshwater Ecology and Conservation* (pp. 157–172). Oxford, Estados Unidos: Oxford University Press.
- Villafañe, V.E. y Reid, F.M.H. (1995). Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. En Alveal, K., Ferrario, M.E., Oliveira, E.C. y Sar, E. (Eds.). *Manual de Métodos Ficológicos* (pp. 169-185). Concepción, Chile: Universidad de Concepción.

Propuesta didáctica: Explorando el mundo microscópico

¿Te imaginabas que todos estos seres vivos estaban ahí, sin que puedas verlos, compartiendo el mismo río, las mismas piedras? Te invitamos a descubrirlos y a que podamos seguir indagando si estaremos interactuando con ellos de alguna manera en nuestro día a día.

Como te contamos en este capítulo, en nuestro trabajo no nos hacemos chiquititos para explorar el mundo microscópico, sino que usamos unos aparatos con lentes que nos permiten ver con aumento ese mundo tan pequeño, se llama microscopio. Si no tenés ninguno cercano podés probar hacer uno casero. Te dejamos algunas ideas: <https://www.youtube.com/watch?v=2L-NYeJ5CWo>

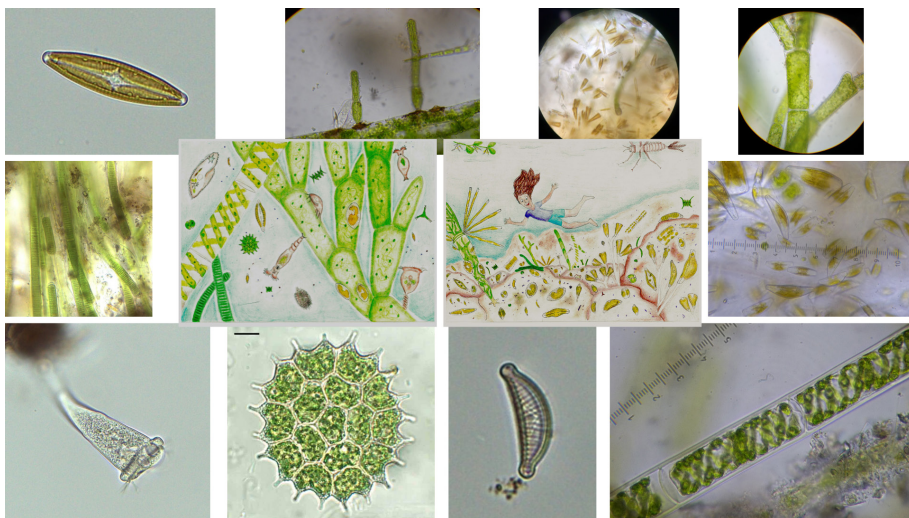
Con cuidado acercate al río, y observá las algas que veas pegadas en las piedras. Anotá tus observaciones, y todo lo que te llame la atención (¿cómo son, de qué color, ves bichitos, burbujas?).

Recolectá algunos filamentos con la mano (esos que parecen pelos verdes), o con una red casera que podés armar con un colador. También podés probar raspar una piedra en una bandeja con agua del río, y colocar el agua en un frasco. Luego llevá esas muestras al microscopio para observar una gotita de agua con los filamentos o el agua marrón que salió de la piedra que raspaste. Dibujá lo que observes.

Mandanos tus observaciones y dibujos a nuestra cuenta de Instagram [@rios.y.colores](https://www.instagram.com/rios.y.colores)

Del dibujo a la realidad

Uní con líneas los dibujos del capítulo con las fotos reales observadas al microscopio.



1, 2, 3... Acción!

Te proponemos armar una teatralización con tus compañeros donde cada uno represente a alguno de los personajes de esta historia. Pueden dibujarlos y representar las funciones que cumplen en el ecosistema, como quién come a quién, qué producen, y luego preguntarse qué pasaría si alguno de esos personajes desaparece de este ecosistema.

Te dejamos algunas preguntas para investigar en familia o en la escuela, que pueden ayudarnos a seguir pensando en lo que podemos hacer para cuidar nuestro río:

¿Qué sustancias pueden contaminar el río?

¿Qué se puede hacer para evitar que esto ocurra?

¿Qué se puede hacer para recuperar un lugar que ya está contaminado?

¿En tu pueblo o ciudad hay una planta de tratamiento de las aguas residuales? ¿cómo funciona, cómo podemos ayudar a que funcione mejor?

¿Qué se hace con la basura en tu ciudad?

Averiguá si cerca del río se organizan campañas de limpieza, recolección de basura, plantaciones de árboles autóctonos y sumate a participar!

Contanos lo que averiguaste a nuestra cuenta de Instagram [@rios.y.colores](#)

Anexo

Listado de géneros algales registrados en el río Quillinzo en la localidad de Villa Cañada del Sauce en los sitios aguas arriba de la localidad (sitio 1), en el puente (sitio 2), y aguas abajo (sitio 3), entre agosto de 2022 y junio de 2023.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3
Cyanobacteria (cianobacterias)			
Aphanocapsa	x	x	
Chamaesiphon	x	x	
Chroococcus	x	x	x
Chroococcales	x	x	
Gomphosphaeria	x		
Jaaginema	x	x	
Merismopedia	x		x
Tolypothrix	x	x	
Oscillatoria	x		
Phormidium	x	x	x
Pseudanabaena		x	x
Bacillariophyta (diatomeas)			
Achnanthes	X	X	x
Achnanthidium	x	x	x
Amphipleura			x
Amphora		x	
Aulacoseira		x	
Cocconeis	x	X	X
Cymbella	x	x	x
Denticula	X	x	x

Diatoma	x	x	x
Diploneis		x	
Encyonema	x	x	x
Encyonopsis	x	x	x
Epithemia	X	x	x
Eunotia	x	x	
Fragilaria	X	X	x
Frustulia		x	
Gomphonema	x	x	X
Gomphoneis	x		
Halamphora		X	x
Karayevia		x	
Lindavia	x	x	
Melosira	x		
Navicula	X	X	x
Nitzschia	x	X	X
Pinnularia	X		x
Planothidium	x	X	x
Pleurosira			
Reimeria	x	X	X
Rhoicosphenia	x		
Rhopalodia	x	X	
Sellaphora	x	x	
Surirella	x		
Ulnaria	x	x	x
Chlorophyta (clorófitas)			
Ankistrodesmus	x	x	X

Bulbochaete		x	
Coelastrum	x	x	
Desmodesmus	x	x	x
Gloeocystis	x		x
Haematococcus	x		
Micractinium		X	
Monoraphidium	x	X	x
Oedogonium	x	x	x
Oocystis	X	x	
Protoderma	x	X	x
Scenedesmus	X	x	x
Selenastrum	x		
Tetraëdron	x	x	
Ulothrix		x	
Charophyta (carófitas)			
Closterium	x		x
Cosmarium	x	x	x
Penium	x		
Spirogyra	x	x	x
Staurastrum	x	x	
Staurodesmus	x		
Tetrastrum	x	x	
Zygnema	x	x	
Dinzoa (dinoflagelados)			
Peridinium		x	

Explorando el mundo bacteriano en el agua del río Quillín

Mariana C. García¹ y Daniela M. Lombardo¹

¿Por qué es importante el agua para la vida?

El agua es la sustancia más abundante que existe en la Tierra. Además, es el principal componente de todos los seres vivos, ya que constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos, participa en la mayor parte de los procesos metabólicos que estos realizan, juega un rol fundamental en el proceso de fotosíntesis de las plantas y es el hábitat de una gran variedad de seres vivos (DGI, 2016; Domínguez et al., 2020; Pavan et al., 2022). También es uno de los componentes básicos que sostiene a los ecosistemas terrestres como bosques, humedales y praderas. Está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos y para preservar el bienestar humano y la biodiversidad (Blarasin et al., 2000; Pochat, 2012; DGI, 2016; WWAP, 2019; Jobbágy et al., 2022).

¹ Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto.

El agua es un recurso frágil

Los ecosistemas de agua dulce superficiales (lagos, ríos, arroyos, lagunas) y subterráneos son sensibles a la degradación ambiental y a la contaminación por el ser humano (Pochat, 2012; Pavan et al., 2022). El cambio climático afecta la cantidad de agua por aumento o disminución de las lluvias, acontecimientos climáticos extremos, cambios estacionales de las épocas de lluvias y variaciones de temperatura, lo que conlleva a un aumento del riesgo de la presencia de microorganismos dañinos para la salud. Por otro lado, el ser humano puede contaminar el agua a través del vuelco de desechos cloacales e industriales sin tratar, y por los provenientes de la agricultura y la ganadería (Zessner et al., 2017, Pavan et al., 2022).

El río Quillinzo

Tiene sus nacientes en el cerro Áspero, en la Sierra de Comechingones, y desemboca en el lago de Embalse de Río Tercero (Córdoba). Se caracteriza por sus aguas cristalinas y puras, lo que lo convierte en uno de los ríos más límpidos de la provincia. Por ello, es un gran atractivo turístico para los amantes de la naturaleza, y el principal para Villa Cañada del Sauce, comuna situada en las Sierras Grandes, a 29 km al sudoeste de La Cruz y a 26 km al norte de Río de los Sauces.

Calidad microbiológica del agua

La presencia de determinados organismos microscópicos puede dar indicio de contaminación de un recurso hídrico (bacterias, virus, parásitos). Por lo tanto, si se evalúa la calidad microbiológica del agua superficial permitirá implementar, si es necesario, medidas que mejoren su disponibilidad para mejorar la calidad de vida y la salud pública (Gambero et al., 2024). Por ello, se estableció como objetivo evaluar la presencia de indicadores bacteriológicos del agua del río Quillinzo en tres puntos pertenecientes a la comuna de Villa Cañada del Sauce.

Debido a que resulta dificultoso poder determinar la presencia de todos los microorganismos involucrados en la contaminación de un cuerpo de agua, se utilizan los indicadores microbiológicos de calidad, tales como: i) bacterias aerobias y anaerobias facultativas mesófilas viables totales, que brindan información sobre una pequeña parte de la población microbiana,

incluyendo a los habitantes naturales del agua y a los foráneos, llamados contaminantes; ii) coliformes totales, grupo de bacterias de origen ambiental y/o fecal cuya presencia puede o no indicar contaminación fecal; iii) coliformes termotolerantes, grupo de bacterias de origen fecal en su mayoría, pero los hay también de origen ambiental; iv) *Escherichia coli*, bacteria cuya presencia indica una contaminación por materia fecal en un lapso corto de tiempo; v) *Pseudomonas aeruginosa*, bacteria ampliamente distribuida en el ambiente, que puede constituir un riesgo para seres humanos con sus defensas bajas (OMS, 2017; Ríos-Tobón et al., 2017; Lombardo, 2023).

¿Cómo se analizó el agua del río?



Figura 1. Toma de muestras para análisis microbiológico

Se tomaron y analizaron 19 muestras de agua a partir de tres sitios estratégicos, los mismos descritos en Capítulo 2: Sitio 1 (aguas arriba de la comu-

na), Sitio 2 (Puente camino a Luti) y Sitio 3 (aguas abajo de la comuna). La toma de muestras fue realizada durante los meses de agosto (invierno) y noviembre (primavera) de 2022; marzo (verano), junio (otoño) y octubre (primavera) de 2023; y marzo (verano) y noviembre (primavera) de 2024. Las muestras fueron recolectadas en recipientes de boca ancha estériles de 500 mL de capacidad (Figura 1) y conservadas en frío (4-6 °C) hasta su traslado inmediato al Laboratorio de Microbiología de Alimentos, donde fueron analizadas dentro de las 24 horas post-recolección, de acuerdo a la metodología sugerida por APHA (2017).

Se realizó el recuento de bacterias aerobias y anaerobias facultativas mesófilas viables totales (RAT), de coliformes totales (CT) y de coliformes termotolerantes (CTT). Además, se investigó la presencia de *E. coli* (EC) y de *P. aeruginosa*, según metodología descrita en APHA (2017). Para la cuantificación de RAT se usó la técnica de recuento en placa en agar Plate Count (APC), expresando el resultado en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). El recuento de CT y de CTT se realizó mediante la técnica de fermentación en tubos múltiples ó de número más probable (NMP/100 mL), utilizando el medio de cultivo caldo Mac Conkey, mientras que para CTT se usó caldo Lactosa-Bilis-Verde brillante al 2%. Para la investigación de EC se utilizó caldo Mac Conkey y su identificación se realizó mediante las pruebas bioquímicas de Indol, Rojo de metilo, Voges-Proskawer y Citrato (IMViC). Por otro lado, para la investigación de *P. aeruginosa* se utilizó caldo Asparagina, confirmando su presencia a partir de pruebas metabólicas (oxidasa, crecimiento a 42 °C, agar F para Pseudomonas, agar P para Pseudomonas, hidrólisis de acetamida).

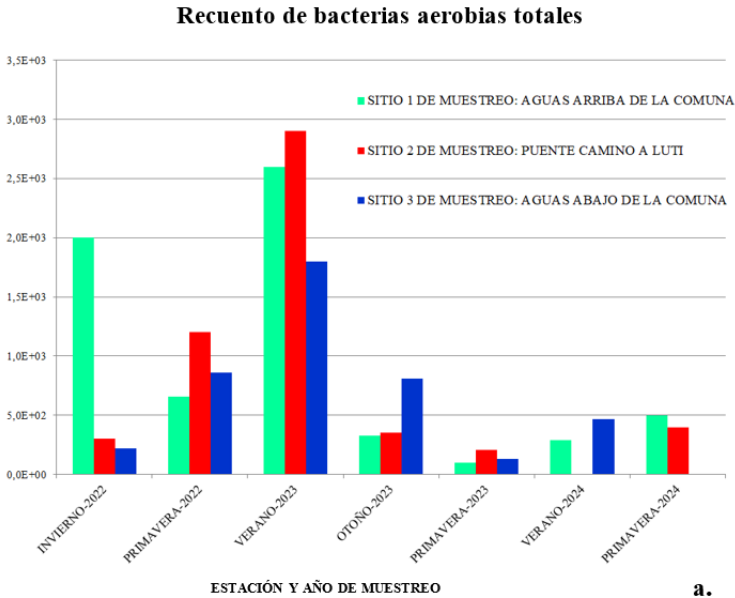
¿Cuáles fueron los resultados después de explorar en el laboratorio?

A partir de los resultados obtenidos se pueden describir las condiciones bacteriológicas de los sitios de muestreo del río Quillínz, durante el período 2022 y 2024, en distintas estaciones del año. Este estudio permitió realizar un diagnóstico de la situación referida a la calidad microbiológica del mencionado recurso hídrico.

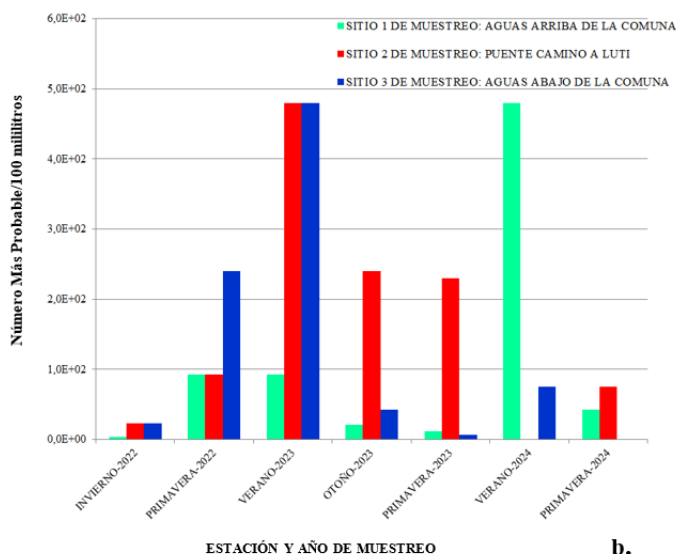
En la Figura 2.a. y b. se puede observar que los valores más elevados de las bacterias aerobias mesófilas viables totales (RAT) y de coliformes totales (CT) en los tres sitios de muestreo fueron registrados en verano de 2023,

mientras que los coliformes termotolerantes (CTT) mostraron recuentos similares o menores a los CT (Figura 2.c.). En general, los recuentos de los tres indicadores microbiológicos en todas las muestras analizadas son bajos, siendo el río un recurso hídrico superficial expuesto a contaminantes del ambiente y a aquellos provenientes de actividades humanas.

Con respecto al marcador de contaminación fecal (*E. coli*), en la Figura 3 se puede observar la presencia de este microorganismo en la mayoría de las estaciones y años muestreados y en casi todos los sitios de muestreo. Pero se destaca su ausencia en todos los sitios muestreados en verano de 2023, donde se registraron los valores más elevados de los indicadores antes mencionados. La presencia de este microorganismo en distintas estaciones y años de muestreo puede deberse a contaminación fecal del ganado que se acerca a las orillas del río para beber agua (abrevado) o a alguna actividad humana de volcado de contaminantes en temporada turística alta.

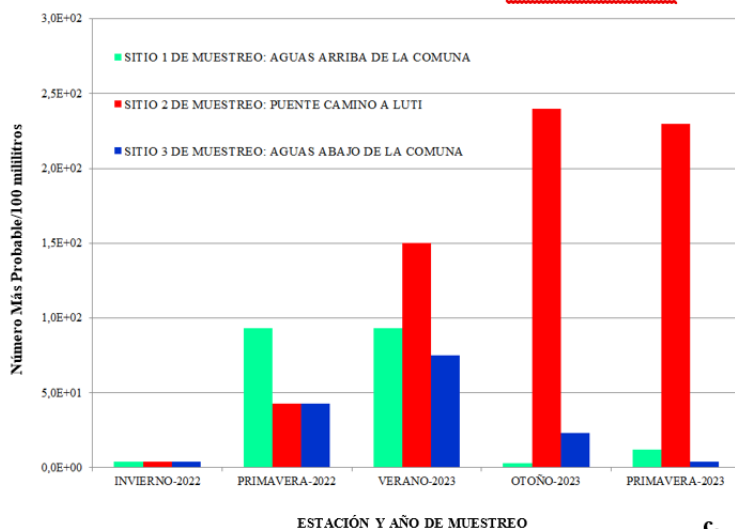


Recuento de bacterias coliformes totales



b.

Recuento de bacterias coliformes termotolerantes



c.

Figura 2. Valores de a. Recuento de bacterias aerobias totales, b. Recuento de bacterias Coliformes Totales y c. Recuento de bacterias Coliformes Termotolerantes en distintas estaciones y años para los tres sitios de muestreo

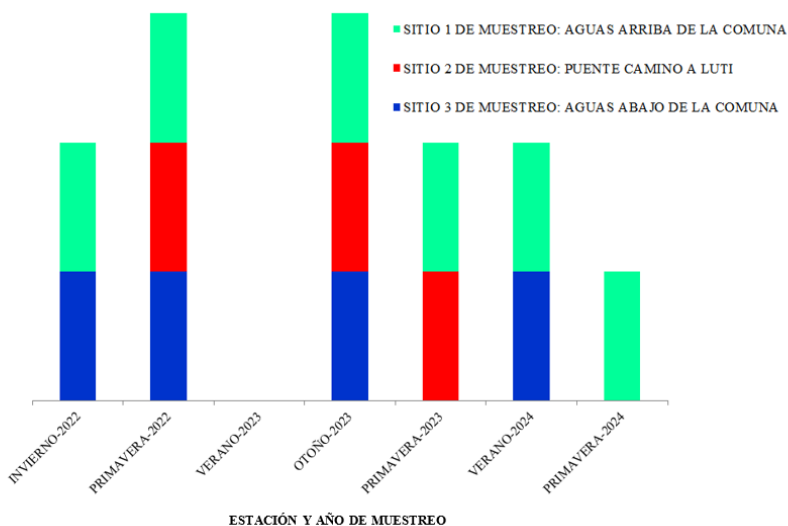


Figura 3. Presencia de *Escherichia coli* en distintas estaciones y años para los tres sitios de muestreo

¿Qué medidas se pueden tomar para mejorar la calidad microbiológica del agua del río?

Es fundamental la participación activa, el compromiso de la comunidad y el trabajo conjunto de los pobladores de la comuna de la Villa Cañada del Sauce para contribuir a la mejora y el mantenimiento de la calidad del agua del río Quillín, en un contexto de uso recreativo turístico y de consumo humano. A continuación se mencionan algunas medidas para colaborar con esta causa:

- Realizar talleres sobre separación de desechos orgánicos e inorgánicos, recolección de orgánicos para su reciclaje y compostaje, para no arrojarlos al río, lo que podría liberar microorganismos dañinos para la salud humana.
- Promover la agricultura ecológica, disminuyendo el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, evitando la contaminación del agua por escorrentías de los suelos con actividad agrícola-ganadero (cuando el agua de lluvia circula sobre la superficie del suelo y arrastra contaminantes transportándose al agua del río).

- Realizar monitoreos frecuentes de la calidad del agua del río.
- Educar sobre enfermedades transmitidas por el agua
- Trabajar de forma conjunta gobierno local y organizaciones no gubernamentales para elaborar proyectos que mejoren la gestión de residuos y el saneamiento.

La calidad del agua del río Quillín en Villa Cañada del Sauce es vital para el bienestar del ser humano y para la salud de los ecosistemas locales y el desarrollo sostenible de la región. Proteger y mejorar esta calidad debe ser una prioridad para garantizar un futuro saludable y próspero para las generaciones venideras.

Referencias bibliográficas

- APHA (American Public Health Association) (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd Edition. ISBN-10: 1625762402. ISBN-13: 978-1625762405.
- Blarasin, M., Cabrera, A. y Degiovanni, S. (2000). Hidrogeología Regional: el agua subterránea como recurso fundamental del Sur de la provincia de Córdoba. *Revista Aguas Subterráneas*, 1-22.
- DGI (Dirección Nacional de Irrigación) (2016). *AguaBook*. Recuperado de: https://aquabook.irrigacion.gov.ar/168_0 (última revisión: abril de 2025).
- Domínguez, E., Giorgi, A. y Gómez, N. (2020). *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina. Bases para el análisis de la integridad ecológica*. Recuperado de: <https://www.ilpla.edu.ar/prueba/wp-content/uploads/2021/07/Libro-Completo-Rem-Aqua.pdf>.
- Gambero, M.L., Pereyra, E.R., García, M.C., Lombardo, D.M. y Bettera, S.G. (2024). Evaluación de indicadores bacteriológicos del agua del lago Dalcá. En: Mancini, M. (Comp.) *El lago urbano Dalcá: Río Cuarto, Argentina: estado ambiental y su importancia en la conservación de la biodiversidad* (pp. 38-45). Río Cuarto, Córdoba: UniRío Editora.

- Jobbágy, E.G., Pascual, M., Barral, M.P., Poca, M., García Silva, M., Oddi, J. y otros. (2022). Representación espacial de la oferta y la demanda de los servicios ecosistémicos vinculados al agua. *Ecología Austral*, 32, pp. 213-228.
- Lombardo, D. (2023). *Estudios fenotípicos y moleculares de bacterias aisladas de aguas superficiales y subterráneas de ecosistemas representativos del sur de la provincia de Córdoba* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba.
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition incorporating the first addendum*. Recuperado de: <https://www.who.int/publications/item/9789241549950>.
- Pavan, J.V., Masachessi, G., Prez, V.E., Di Cola, G., Re, V.E. y Nates, S.V. (2022). Evaluación de la calidad de aguas superficiales en espacios recreacionales, una propuesta integradora de marcadores químicos y microbiológicos. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 79 (2), pp. 210-214.
- Pochat, V. (2012). *Recursos Hídricos. Núcleo Socio-Productivo Estratégico. Documento de referencia. Argentina Innovadora 2020*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/recursos_hidricos_doc.pdf (última revisión: abril de 2025).
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R.M. y Gutiérrez-Builes, L.A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35 (2), pp. 236-247.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme) (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>.
- Zessner, M., Schönhart, M., Parajka, J., Trautvetter, H., Mitter, H., Kirchner, M. y otros. (2017). A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of the Total Environment*, 579, pp. 1137-1151.

Propuesta Didáctica: los microorganismos y su rol en ecosistema acuático

En el marco del cuidado del río, se plantean las siguientes actividades para niños:

- Realizar un taller sobre microbiología del agua, desde la perspectiva de que la misma es un recurso indispensable para la vida, profundizando sobre qué son los microorganismos y cuál es su rol en el ecosistema acuático, definiendo además cuándo el agua se considera potable (apta para su consumo), qué es agua contaminada, qué tipos de contaminantes pueden estar presentes y cuál es el daño a la salud del ser humano que pueden producir.
- Concretar la observación al microscopio de distintas formas, agrupamientos y movilidad de microorganismos presentes en el agua del río.
- También observar características coloniales de distintas bacterias, hongos y levaduras que se encuentran en el agua, en medios de cultivo apropiados, y realizar dibujos sobre lo observado, capturando de manera gráfica y creativa lo que más les llamó la atención de los niños.

Pequeños habitantes del fondo del río ¿qué nos dicen los macroinvertebrados sobre la salud del río Quillinzo?

*Victoria Montilla¹, Javier A. Márquez¹, Jeremías G. García-González²,
Cintia N. Barroso³ y Romina E. Principe¹*

El agua, un tesoro para todos

Los ríos, arroyos y lagunas son verdaderos tesoros de la naturaleza. Nos dan el agua que necesitamos para vivir, cultivos, energía y muchos otros recursos que usamos a diario. Sin ellos, nuestras ciudades y campos no podrían existir como los conocemos hoy. Pero, lamentablemente, estos ecosistemas están en peligro y se está perdiendo la biodiversidad que allí habita más rápidamente que en cualquier otro ecosistema (Paredes *et al.*, 2019, Reid

1 Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA), CONICET-UNRC. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

2 Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA), CONICET-UNRC.

3 Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

et al., 2019). Por eso, en muchos países se han implementado medidas para protegerlos y cuidarlos, ya que al final, cuidar el agua es cuidar la vida misma.

Pequeños habitantes, grandes secretos

Los organismos acuáticos, como los macroinvertebrados, son buenos indicadores de las características y la salud de los ecosistemas acuáticos, utilizándose como herramientas para el control de calidad de estos ecosistemas alrededor de todo el mundo (McGeoch y Chown, 1998, Barbour *et al.*, 1999). Pero ¿qué son los macroinvertebrados?, ¿qué tamaño tienen?, ¿dónde los puedo ver? Estos organismos, son seres vivos como nosotros, como las plantas y como nuestras mascotas, pero mucho más pequeños. Pueden alcanzar un tamaño superior a 0,2 mm, y algunos de ellos viven en la tierra cuando son adultos. Esta comunidad se compone por diversos animales: moluscos, anélidos, nematodos, platelmintos, y los más numerosos, los artrópodos (insectos, ácaros, camarones, cangrejos, etc.). Ellos habitan sobre las rocas o la arena del fondo de ríos, arroyos, lagos, lagunas, y entre las algas y plantas acuáticas.

Y entonces, ¿en qué nos ayudan los macroinvertebrados? Estos pequeños animales son conocidos como indicadores biológicos, ya que son herramientas útiles para el diagnóstico del estado ambiental o salud ecológica de los ecosistemas (Heink y Kowarik, 2010). Son especies cuya presencia o abundancia reflejan fácilmente si un ecosistema se encuentra degradado o conservado. Además, los diferentes indicadores permiten dar alerta temprana (Dale y Beyeler, 2001) y establecer las bases para el desarrollo de estrategias de remediación, facilitando el control de la calidad del sistema a lo largo del tiempo (Carignan y Villard, 2002, Niemi y McDonald, 2004).

Estos organismos pueden contarnos mucho sobre la salud del río. Así es como los científicos han desarrollado herramientas llamadas ‘índices biológicos’, los cuales se basan en la observación de estos pequeños animales para descubrir si el río está saludable o si algo lo está dañando. Así, nos ayudan a detectar cambios que a veces pasan desapercibidos, pero que pueden afectar la vida del ecosistema (Singh y Saxena, 2018).

Macroinvertebrados en Villa Cañada del Sauce

En este contexto, usamos los macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua para evaluar la salud del río de Villa Cañada del Sauce. Esta localidad, situada en el departamento Calamuchita, provincia de Córdoba, Argentina, cuenta con una población de aproximadamente 146 personas según el último censo nacional (INDEC, 2022). Gracias a sus atractivos naturales, como el paisaje serrano y las aguas cristalinas del río Quillinzo, con piletones para nadar y playas mansas, en los últimos años ha experimentado un notable aumento de turistas que visitan la zona principalmente durante el verano, los fines de semana o para pasar un día en medio de este entorno natural. Además, muchas personas de localidades cercanas han comenzado a interesarse en adquirir terrenos para construir sus viviendas allí. Dado este crecimiento y el impacto que puede generar en el ecosistema acuático, nuestra evaluación no solo buscó comprender el estado de conservación del ambiente local, sino también generar conciencia en la población sobre la importancia de monitorear y proteger el río Quillinzo.

¿Cómo estudiamos los macroinvertebrados del río Quillinzo?

Entre 2022 y 2023, visitamos el río en diferentes estaciones del año y tomamos muestras en los tres sitios descritos en el capítulo 2: uno se ubicó antes que el río llegue a la localidad (sitio 1), otro en la zona urbana (sitio 2) y el tercero después que el río pasa la comuna (sitio 3). Para atrapar a estos pequeños habitantes del río, usamos una red especial llamada “marco D” (Figura 1), que tiene una malla muy fina (300 micrómetros, ¡más delgada que un cabello humano!). Agitamos el fondo del río para desprender los organismos y atraparlos en la red durante 5 minutos en cada sitio.

Después, guardamos las muestras en frascos con un líquido especial para conservarlas y las llevamos al laboratorio. Allí, lavamos los organismos, los separamos con pinzas y los observamos con microscopios para identificarlos hasta su nivel más preciso (Género o Familia) (Figura 2). Para esto, usamos libros y guías especializadas sobre la fauna de agua dulce de Sudamérica (Lopretto y Tell, 1995, Molineri, 2002, 2003, Manzo, 2005, Merritt *et al.*, 2008, Domínguez y Fernández, 2009, Trivino-Strixino, 2011, Hamada *et al.*, 2018).



Figura 1. Red marco D utilizada para la recolección de muestras de macroinvertebrados bentónicos



Figura 2. Identificación de macroinvertebrados en laboratorio.

¿Cómo usamos estos datos para conocer la calidad del agua?

Con la información obtenida a partir de la identificación de los macroinvertebrados se calcularon dos índices biológicos, los cuales permitieron determinar la calidad del agua del río Quillinzo.

1. *Índice Biótico Carcarañá (IBC)*. Este índice fue propuesto por investigadoras de la Universidad Nacional de Río Cuarto hace varios años (Gualdoni y Corigliano, 1991). Consiste en asignar un puntaje a cada muestra en función de los macroinvertebrados presentes y nos dice qué tan limpia o contaminada está el agua (Tabla 1).

2. *Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)*. Desarrollado en Europa por el investigador inglés Patrick Armitage y colaboradores en 1983, este índice clasifica la calidad del agua según las familias de macroinvertebrados presentes. En nuestra región, se ha adaptado para estudiar los arroyos serranos de Córdoba (Principe *et al.*, 2022) (Tabla 1).

Tabla 1. Juicios de calidad del agua basado en la sumatoria de puntajes para los índices IBC y BMWP.

Puntaje IBC	Juicio IBC	Puntaje BMWP	Juicio BMWP	Calidad	Color
≥10	Ambiente no contaminado	> 100	Aguas muy limpias	Muy buena	Azul
8-9	Ambiente poco contaminado	61-100	Aguas con poca contaminación	Buena	Verde
6-7	Ambiente contaminado	36-60	Aguas contaminadas	Moderada	Amarillo
4-5	Ambiente muy contaminado	16-35	Aguas muy contaminadas	Mala	Naranja
1-2-3	Ambiente fuertemente contaminado	≤ 15	Aguas extremadamente contaminadas	Pésima	Rojo

¿Qué descubrimos en el río?

Luego de analizar todas las muestras en el laboratorio, encontramos 75 tipos diferentes de macroinvertebrados (Anexo 1). Estos pequeños habi-

tantes del fondo del río pertenecen a cinco grandes grupos: gusanos planos (Platyhelminthes), nematodos (Nematoda), caracoles y almejas (Mollusca), lombrices acuáticas (Annelida) y artrópodos (Arthropoda). En la Figura 3 te mostramos algunos de ellos.



Figura 3. Algunos macroinvertebrados registrados en el río Quillínz durante 2022 y 2023

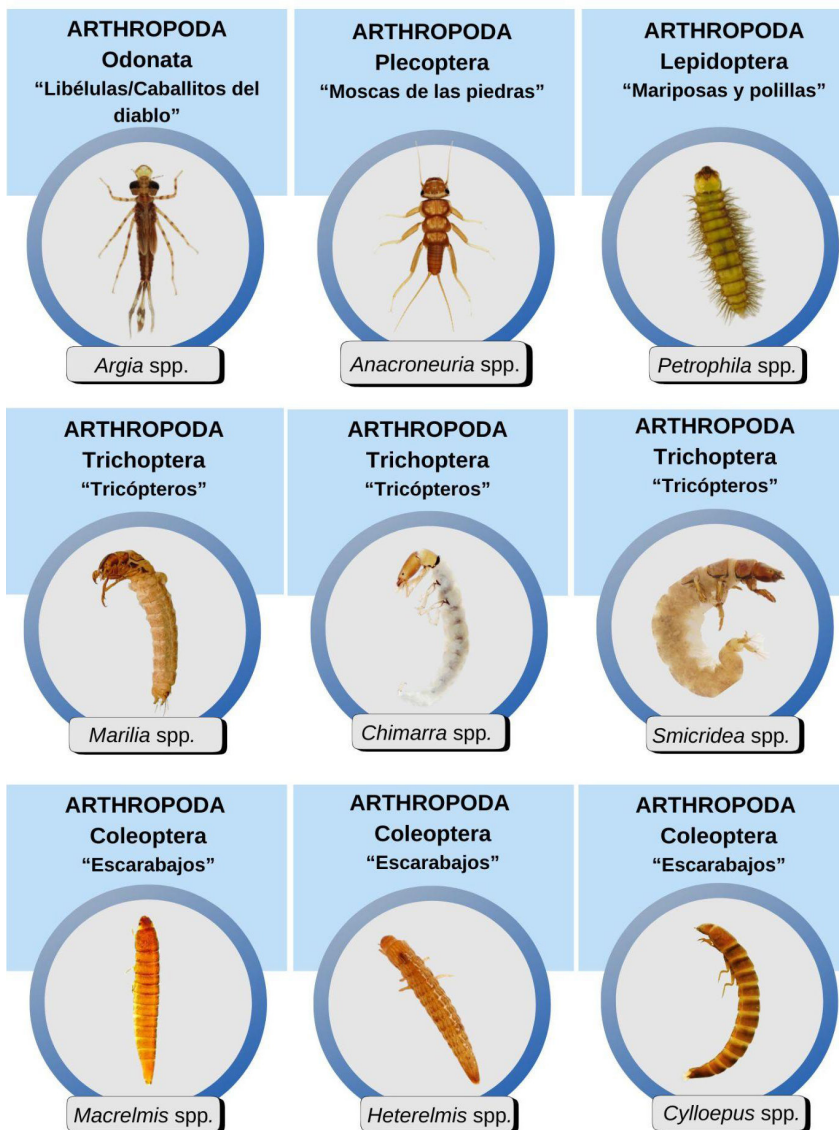


Figura 3. Continuación.

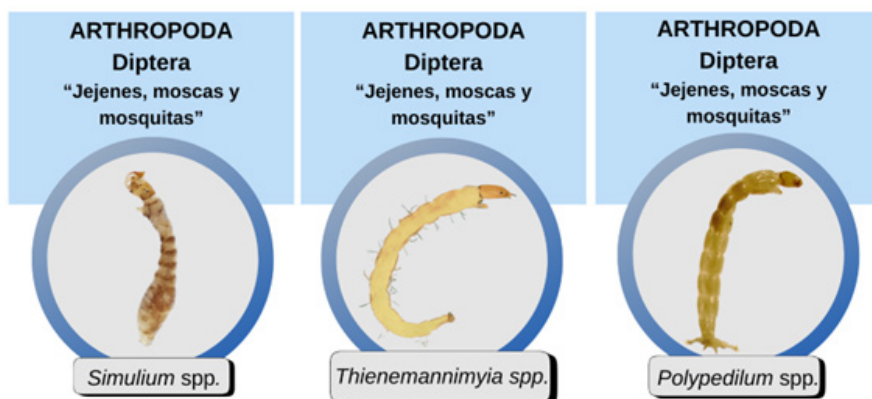


Figura 3. Continuación.

Cuando comparamos la cantidad de macroinvertebrados distintos entre las estaciones del año, observamos que el río estuvo más poblado en invierno, seguido del verano, primavera y, por último, otoño (Figura 4). Con respecto a los sitios de estudio, los que presentaron la mayor cantidad de tipos distintos de macroinvertebrados en la mayoría de las estaciones muestreadas fueron el sitio 1 y 2 (Figura 5) pero sin diferencias marcadas con respecto al sitio 3. Dentro del grupo de los artrópodos, que fue el más numeroso, los más comunes fueron los dípteros (larvas de jejenes, moscas y mosquitos no picadores), seguidos por las efímeras y los tricópteros, que son insectos que pasan parte de su vida en el agua y otra parte vuelan por tierra.

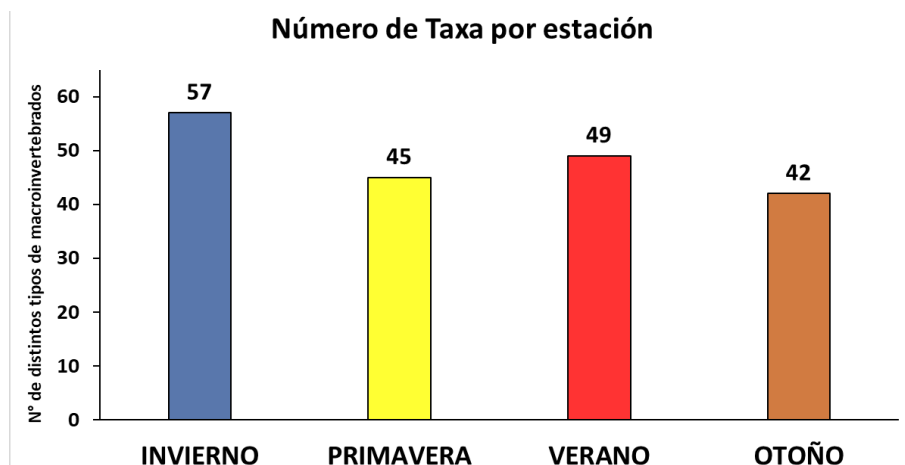


Figura 4. Variación entre el número de distintos tipos de macroinvertebrados identificado por estación de muestreo

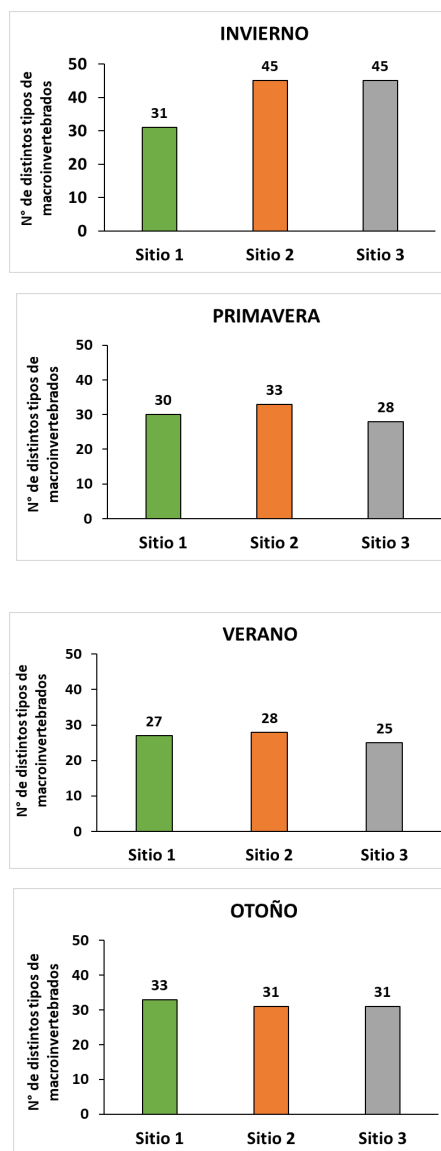


Figura 5. Número de distintos tipos de macroinvertebrados recolectados en cada sitio de muestreo (Sitio 1. aguas arriba de la comuna, Sitio 2. zona urbana, Sitio 3. aguas abajo de la comuna) para cada estación de muestreo.

Con respecto a la calidad del agua, los Índices Biológicos IBC y BMWP, demostraron una buena calidad ambiental a lo largo del año y en todos

los sitios muestreados. El IBC siempre indicó que se trataba de aguas “no contaminadas” (Tabla 3). Mientras que el índice BMWP clasificó el agua entre “buena calidad” y “muy buena calidad” (Tabla 4). En general, ambos índices mostraron puntajes altos y valores similares en todos los sitios y estaciones.

Tabla 3. Puntaje y juicio del índice biótico de calidad IBC obtenido a partir del análisis de la fauna de macroinvertebrados acuáticos recolectada en el río Quillín. Los números en la columna sitio indican: 1. aguas arriba de la comuna, 2. zona urbana, 3. aguas abajo de la comuna.

ESTACIÓN	SITIO	PUNTAJE	CALIDAD
INVIERNO	1	10	Ambiente no contaminado
	2	11	Ambiente no contaminado
	3	11	Ambiente no contaminado
PRIMAVERA	1	11	Ambiente no contaminado
	2	11	Ambiente no contaminado
	3	10	Ambiente no contaminado
VERANO	1	11	Ambiente no contaminado
	2	10	Ambiente no contaminado
	3	10	Ambiente no contaminado
OTOÑO	1	11	Ambiente no contaminado
	2	11	Ambiente no contaminado
	3	11	Ambiente no contaminado

Tabla 4. Puntaje y juicio del índice BMWP obtenido a partir del análisis de la fauna de macroinvertebrados acuáticos recolectada en el Río Quillín. Los números en la columna sitio indican: 1. aguas arriba de la comuna, 2. zona urbana; 3. aguas abajo de la comuna.

ESTACIÓN	SITIO	PUNTAJE	CALIDAD
INVIERNO	1	82	Aguas de Buena Calidad
	2	110	Aguas de Muy Buena Calidad
	3	111	Aguas de Muy Buena Calidad
PRIMAVERA	1	87	Aguas de Buena Calidad
	2	90	Aguas de Buena Calidad
	3	97	Aguas de Buena Calidad
VERANO	1	76	Aguas de Buena Calidad
	2	62	Aguas de Buena Calidad
	3	75	Aguas de Buena Calidad
OTOÑO	1	111	Aguas de Muy Buena Calidad
	2	86	Aguas de Buena Calidad
	3	93	Aguas de Buena Calidad

Una historia con grandes consideraciones

Los macroinvertebrados del río Quillín nos cuentan una historia de aguas no contaminadas y bien conservadas. La variedad de insectos acuáticos que encontramos, como efímeras, tricópteros y moscas de las piedras, es una señal positiva, ya que estos organismos son muy sensibles a la contaminación y los cambios en el ambiente. Su presencia nos indica que el río mantiene una buena calidad ambiental.

Además, muchos de estos pequeños organismos que encontramos tienen puntajes altos en los índices de calidad del agua, lo que refuerza la idea de que el río Quillín está en buen estado de salud. Los resultados de los índices IBC y BMWP confirmaron esto a lo largo del año. Notamos que

en primavera y verano los valores del índice BMWP bajaron un poco, algo que era de esperarse debido a las crecidas naturales que ocurren en esas estaciones.

Este estudio nos deja una enseñanza importante: los macroinvertebrados son aliados claves para entender la salud de los ríos. Son una herramienta sencilla y efectiva para monitorear el ecosistema, y en este caso, nos mostraron que el río de Villa Cañada del Sauce está en buen estado de conservación. Sin embargo, esto no significa que podamos bajar la guardia. Es fundamental seguir protegiendo el río y su bosque ribereño frente a posibles amenazas derivadas de las actividades humanas para garantizar la preservación de su biodiversidad.

Referencias bibliográficas

- Armitage, P.D., Moss, D., Wright, J.F. y Furse, M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water research*, 17, pp. 333-347.
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D. y Stribling, J.B. (Eds.). (1999). *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. Washington, Estados Unidos: US Environmental Protection Agency, Office of Water.
- Brito, M.F.G. y Magalhães, A.L.B. (2017). Brazil's development turns river into sea. *Science*, 179, pp. 1-179.
- Carignan, V. y Villard, M.A. (2002). Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 78, pp. 45-61.
- Corigliano, M. del C. (2008). Índices para evaluar la calidad ambiental en ríos serranos urbanos mediante indicadores. *Revista Universidad Nacional de Río Cuarto*, 28, pp. 33-54.
- Dale, V.H. y Beyeler, S.C. (2001). Challenges in the development and use of ecological indicators. *Ecological indicators*, 1, pp. 3-10.

- Domínguez, E. y Fernández, H.R. (Eds.). (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- Gualdoni, C.M. y Corigliano, M.D.C. (1991). El ajuste de un índice biótico para uso regional. *Revista Universidad Nacional de Río Cuarto*, 11, pp. 43-49.
- Hamada, N., Thorp, J.H. y Rogers, D.C. (Eds.). (2018). *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Volume 3: Keys to Neotropical Hexapoda*. Nueva York, Estados Unidos: Academic Press.
- Heink, U. y Kowarik, I. (2010). What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. *Ecological indicators*, 10, pp. 584-593.
- INDEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Recuperado de https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_cordoba/.
- Lopretto, E.C. y Tell, G. (Eds.). (1995). *Ecosistemas de aguas continentales Metodologías para su estudio*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Sur.
- Manzo, V. (2005). Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 40, pp. 201-208.
- McGeoch, M.A. y Chown, S.L. (1998). Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology & Evolution*, 13, pp. 46-47.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W. y Berg, M.B. (Eds.). (2008). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Fourth edition. Iowa, Estados Unidos: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Molineri, C. (2003). Revision of the South American species of Leptohyphes Eaton (Ephemeroptera: Leptohyphidae) with a key to the nymphs. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38, pp. 47-70.

- Molineri, C. (2002). Cladistic analysis of the South American species of *Tricorythodes* (Ephemeroptera: Leptohyphidae) with the description of new species and stages. *Aquatic Insects*, 24, pp. 273-308.
- Niemi, G.J. y McDonald, M.E. (2004). Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, pp. 89-111.
- Paredes, I., Ramírez, F., Forero, M.G. y Green, A.J. (2019). Stable isotopes in helophytes reflect anthropogenic nitrogen pollution in entry streams at the Doñana World Heritage Site. *Ecological Indicators*, 97, pp. 130-140.
- Príncipe, R. E., Márquez, J. A. y Montilla V. (2022). Técnicas de campo y laboratorio para el estudio de macroinvertebrados Región Centro. En: Domínguez E., Giorgi A. y Gómez N. (Eds.). *Técnicas de monitoreo para ecosistemas fluviales de la Argentina* (pp. 97-101). Buenos Aires, Argentina: CONICET.
- Reid, A.J., Carlson, A.K., Creed, I.F., Eliason, E.J., Gell, P.A., Johnson, P.T. y otros (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94, pp. 849-873.
- Singh, P. K. y Saxena, S. (2018). Towards developing a river health index. *Ecological Indicators*, 85, pp. 999-1011.
- Trivino-Strixino, S. (Ed.). (2011). *Larvas de Chironomidae. Guía de identificación*. São Carlos, Brazil: UFSCar.

Propuesta didáctica: ojos de exploradores

Ahora que conoces a los macroinvertebrados, su rol como indicadores de la calidad del ecosistema, y cuál es su importancia para el río Quillín, te invitamos a explorar el río como un verdadero investigador del agua. Esta actividad está diseñada para que uses ojos de explorador y descubras, de manera directa y práctica, cómo evaluar su salud ambiental a través de los pequeños habitantes del agua y de la vegetación de las orillas, la cual se relaciona directamente con ellos.

Entonces, ¿Cuál es el estado de salud ambiental del tramo del río que vas a investigar? ¿Qué te pueden contar los pequeños seres que viven en el fondo del río? Te proponemos que lo descubras por vos mismo, con curiosidad y siguiendo los pasos a continuación detallados.

Materiales necesarios

Antes de comenzar te invitamos a tener los siguientes elementos:

- Lápiz.
- Planilla del Índice Biótico Educativo con Macroinvertebrados (IBEM) y del Índice de Calidad del Bosque de la Ribera (CBR) (Corigliano, 2008) (Anexo 2 y 3).
- Bandeja o fuente, preferentemente blanca.
- Colador de cocina de malla fina.
- Lupa de mano.

Pasos para realizar la actividad

Una vez listos todos los elementos y ya en el río, puedes seguir los siguientes pasos:

1-Elegir un lugar representativo del río.

Buscar un tramo que combine vegetación en los márgenes y fácil acceso al agua. Las zonas con vegetación acuática son ideales, ya que suelen albergar una mayor cantidad de macroinvertebrados.

2- Delimitar la zona de muestreo

Marcar un área de aproximadamente 50 metros de longitud a lo largo de la orilla del río donde se realizará la recolección de macroinvertebrados.

3- Recolectar los macroinvertebrados

Ingresar al río y trabajar en equipo: una persona deberá cronometrar 5 minutos y ayudar a remover piedras, arena y vegetación del fondo. Al mismo tiempo, otra persona utilizará el colador ubicándolo en contra de la corriente, para capturar los organismos que se van liberando del fondo.

4- Examinar la muestra

Llevar el colador a la orilla y vaciar su contenido en la bandeja blanca.

Utilizar la lupa de mano y las imágenes guía de la planilla del IBEM (Anexo 2) para identificar los macroinvertebrados presentes en la muestra. Identificar cada uno de los pequeños habitantes del río que aparecen en sus muestras trabajando en equipo y luego devolverlos al agua. Mientras una persona realiza la identificación otra puede ir registrando cuáles son los organismos que van apareciendo.

5- Calcular el Índice Biótico Educativo con Macroinvertebrados (IBEM)

De acuerdo a los tipos de macroinvertebrados que aparecieron en la muestra deberán sumar los puntos indicados en la planilla del IBEM (Anexo 2). ¡Atención! Se suma solo un punto por cada tipo de macroinvertebrado, sin importar la cantidad. Ejemplo: si encontramos 7 (siete) efímeras y 10 (diez) tricópteros en nuestra muestra, el puntaje final del IBEM será de 2 (se suma un punto por cada tipo de organismo encontrado: uno por efímeras más uno por tricópteros). En el caso del último recuadro si se observan tres o más organismos de distinto tipo a los tenidos en cuenta en los anteriores recuadros, se suma también un único punto.

Con el puntaje final y consultando la tabla 5 se podrá obtener el juicio de calidad de la zona.

Este índice permite interpretar la calidad ecológica del tramo del río según la presencia de macroinvertebrados sensibles a las alteraciones.

6- Delimitar el área ribereña

Por otro lado, para evaluar el estado de conservación del área ribereña (zona de tierra que se encuentran junto a los cuerpos de agua) delimitar un rectángulo de 50 metros de largo (paralelo a la orilla del agua) y 15 de ancho (desde la orilla del agua) hacia el costado del río desde el cual nos encontramos parados (Figura 6).

En caso que ambos costados sean muy diferentes (ejemplo: de un lado tengo casas y del otro solo vegetación), se puede realizar la evaluación de ambos lados del río y luego calcular un valor promedio del índice CBR (sumar los puntajes finales de cada una de las planillas y luego dividir por dos, el resultado final es el que se utiliza para obtener el juicio de calidad).

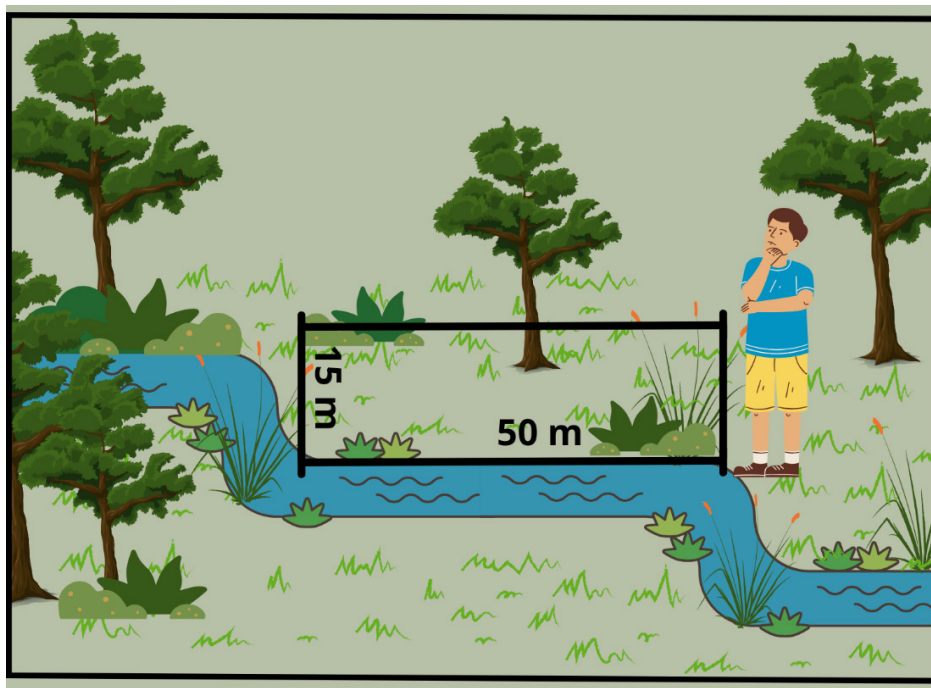


Figura 6. Representación gráfica de la delimitación de la zona ribereña

7- Evaluar el bosque de ribera con el CBR

Observar las características de la vegetación en el área delimitada. Tener en cuenta que la vegetación propia de las sierras cordobesas se caracteriza por

árboles de mediana altura (5-8 m), espinosos en su mayoría y dispersos en el terreno. Acompañados por una parte arbustiva densa y más cercano al suelo gramíneas y hierbas resistentes a la sequía.

Completar la planilla del CBR (Anexo 3) evaluando parámetros como la cobertura vegetal, la estructura, la proporción de vegetación nativa y las características del río. Para cada uno de los parámetros seleccionar solo una opción, a partir de lo observado. Esa opción nos dará una puntuación que se deberá sumar con la puntuación de cada uno de los parámetros mencionados con anterioridad, para obtener así el puntaje final. Este puntaje será el valor final del índice CBR para ese sitio, con el cual se podrá conocer el juicio de calidad consultando la tabla 5.

El índice CBR puede presentar un valor mínimo de cero (0) y un valor máximo de cien (100).

8- Interpretar los resultados

Consultar la tabla 5 con los colores de calidad ambiental para determinar según los colores de un semáforo cómo es el estado ecológico del tramo estudiado. Y te invitamos a representarlos como unos lentes, donde cada ocular esté representado por cada índice y el color obtenido de él (Figura 7). Esta será la forma de ver tu tramo del río. Podés dibujar los lentes en una hoja en blanco o hacértelos de cartón reciclando materiales.

A partir de los resultados obtenidos, pueden surgir preguntas que ayuden a reflexionar sobre la calidad del río Quillinzo en Villa Cañada del Sauce (y por qué no aplicar esta actividad en otros tramos de otros ríos). Algunas de esas preguntas pueden ser: ¿Qué podemos decir si ambos colores de nuestros lentes son rojos?, ¿Hay algo que podemos hacer desde nuestro lugar para cambiar ese resultado?, ¿Y si un ojo es rojo y otro verde?, ¿Y si ambos son verdes?, ¿Hacemos algo o no hacemos nada? Estas pueden ser preguntas orientativas que deriven en otras tantas más. Las reflexiones finales ayudan a pensar y crear acciones para que desde nuestro lugar ayudemos a mejorar la calidad ambiental o bien a preservarla.

¡Manos al agua! Conviértete en un explorador y protector del río Quillinzo. Juntos podemos preservar este valioso ecosistema para las futuras generaciones.

Tabla 5. Juicios de calidad del agua basado en la sumatoria de puntajes para los índices IBEM y CBR.

PUNTUACIÓN IBEM	PUNTUACIÓN CBR	JUICIO	CALIDAD	COLOR
4-5	>75	Sin alteraciones, estado natural	Muy buena	Verde
3	55-70	Inicio de alteraciones	Moderada	Amarillo
0-2	≤50	Degradación extrema	Mala	Rojo

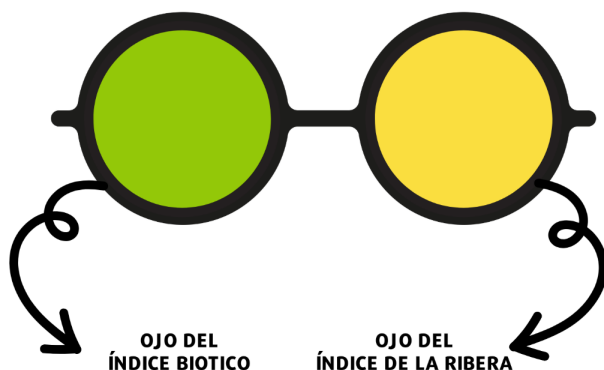


Figura 7. Ejemplo del resultado final obtenido de la actividad para un “tramo x” del río Quillín. Mirando el lente de frente, el ocular izquierdo hará siempre referencia al resultado del Índice Biótico Educativo de Macroinvertebrados, mientras que el ocular derecho mostrará el resultado del Índice de Calidad de Bosque de la Ribera.

Anexos

Anexo 1. Listado de macroinvertebrados acuáticos presentes en el río Quillín en las inmediaciones de la localidad de Villa Cañada del Sauce. Los números indican sitios de muestreo: 1. aguas arriba de la comuna, 2. zona urbana; 3. aguas abajo de la comuna.

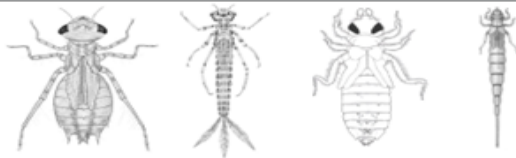
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
PLATHYELMINTES				
DugesIIDae (planarias de agua dulce, figura 3)	1-2-3	2-3	--	1-2
NEMATODA (nematodos, figura 3)				
	3	1-2	--	1
MOLLUSCA				
Ancylidae (caracol de agua dulce)	2-3	3	--	--
Bivalvia (almejas de agua dulce, figura 3)	--	--	2	--
ANNELIDA				
Familia Naididae (pequeñas lombrices acuáticas)	1-2-3	2-3	1-2-3	1-2-3
Clase Hirudinea (sanguijuelas, figura 3)	--	--	1-3	--
ARTHROPODA				
Chelicerata				
Acari (ácaros de agua dulce, figura 3)	1-2-3	1-2-3	2	2
Crustacea				
Ostracoda	--	2	1	--
<i>Hyalella</i> (figura 3)	--	--	1	--
Insecta				
Ephemeroptera (efímeras)				
<i>Americabaetis</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3

Baetodes	1-3	--	3	1-2-3
<i>Camelobaetidius</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Cloeodes	2-3	1	--	3
Paracloeodes	3	1-2-3	1	2
Nanomis	1-2-3	1-2	1	1-2
Varipes	--	1-2	1-2-3	1-2
Apobaetis	--	--	1	2-3
Caenis	2	1	1-2	1-2-3
<i>Leptohyphes</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Tricorythodes	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Farrodes	--	1-2-3	1-2-3	1-3
Odonata				
(libélulas y caballitos del diablo)	1-2-3	--	3	1-2-3
<i>Argia joergenseni</i> (figura 3)				
Oxyagrion	--	--	2	--
Familia Coenagrionidae	--	--	1-3	--
Castoraeshna decurvata	--	--	2	--
Progomphus joergenseni	--	--	3	--
Erythrodiplax	--	--	1-2	--
Macrothemis	--	--	2	--
Plecoptera				
(moscas de las piedras)	--	1-3	3	1-2-3
<i>Anacroneuria</i> (figura 3)				
Orden Trichoptera				
<i>Marilia</i> (figura 3)	2-3	1-2-3	1	1-2-3
<i>Chimarra</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	3	1-2-3
<i>Smicridea</i> (figura 3)	2-3	2	3	1-2-3
Polycentropus	1-3	2-3	--	--
Mexitrichia	1-2-3	--	--	1-2-3
Protoptila	2	1-3	--	--
Nectopsyche	1-2-3	2	--	--

Hidroptila	3	--	--	--
Metrichia	2	--	--	--
Oxyethira	--	--	1	--
Lepidoptera (mariposas y polillas)	2	--	--	--
<i>Petrophila</i> (figura 3)				
Coleoptera (escarabajos)	--	1	--	--
<i>Liodessus</i>				
Berosus	--	--	1	--
Austrelmis	1-2-3	--	2	--
<i>Heterelmis</i> (figura 3)	1-2-3	1-2	2-3	--
<i>Cylloepus</i> (figura 3)	1-2-3	--	3	2
Microcylloepus	1-2-3	2	--	3
<i>Macrelmis</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Huleechius	3	2	1-3	--
Diptera (jejenes, moscas y moqui- tos no picadores)	1-3	1-2-3	--	1-3
<i>Maruina</i>				
<i>Simulium</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	2-3	1-2-3
Ceratopogonidae 1	2	--	--	1
Ceratopogonidae 2	2-3	--	--	1
Podonominae	2	--	--	--
<i>Polypedilum</i> (figura 3)	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Cryptochironomus	--	--	1-2	--
Tanytarsus	1-2-3	3	--	1-2-3
Rheotanytarsus	1-2-3	2	2-3	1-2-3
Pseudochironomus	2	--	2	2
Djalmabatista	2	--	--	--
Labrundinia	2-3	1-2-3	2	--
Pentaneura	1-2-3	1-3	2	--
Pentaneurini	--	1-2-3	--	1-2-3

Grupo <i>Thienemannimyia</i> (figura 3)	2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
Macropelopini	--	2	1-2-3	1
Corynoneura	2-3	1	2	1-2-3
Thienemanniella	2	--	--	--
Lopescladius	2-3	1-2-3	1-2	3
Onconeura	1-2-3	1-2-3	3	1-2-3
Cricotopus	1-2-3	1-2	--	1-2-3
Orthocladius	3	3	--	--
Nanocladius	--	3	--	--
Parametriocnemus	1-2-3	--	--	3
Paratrichocladius	3	--	--	--
Empididae	1-2	--	--	3
Muscidae	3	--	--	--

Anexo 2. Planilla para el cálculo del IBEM.

ÍNDICE BIÓTICO EDUCATIVO CON MACROINVERTEBRADOS (IBEM)	
Este índice debe ser aplicado en el cauce principal del río y los organismos deben ser vistos con lupas. Los organismos sensibles a la contaminación son nuestros aliados para conocer el estado del ecosistema.	
Ubicación del tramo:	Fecha:
PRESENCIA EFÍMERAS	PUNTAJE = 1
	Poseen tres colas, ojos hacia los lados y en el abdomen presentan laminillas transparentes que le ayudan a respirar.
PRESENCIA TRICÓPTEROS	PUNTAJE = 1
	Parecen orugas, muchos construyen casitas alargadas de arena, hojitas y palitos.
PRESENCIA DE PLECÓPTEROS	PUNTAJE = 1
	Tienen largas antenas y dos largas colas. Parecidos a las Efímeras.
PRESENCIA DE ODONATOS	PUNTAJE = 1
	Cabeza y ojos grandes. Presentan esbozos de alas. Algunos presentan laminillas en la cola.
PRESENCIA DE TRES O MÁS ORGANISMOS DISTINTOS A LOS ANTERIORES	PUNTAJE = 1
	De muchas formas, tamaños y colores.
PUNTUACIÓN TOTAL	
JUICIO DE CALIDAD	

Anexo 3. Planilla para el cálculo del CBR.

ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (CBR)				
Este índice debe ser aplicado en la zona de ribera de ríos y arroyos (zona inundada periódicamente por las crecidas periódicas y las máximas). Este índice no debe aplicarse para nacientes de arroyos en pastizales de altura de las sierras de Córdoba ya que allí no se desarrolla un bosque de ribera.				
Ubicación del tramo:				Fecha:
Operador:				Hora inicio:
Uso del suelo:	Urbano	Post-urbano	Natural	Hora final:
	Pre-urbano	Rural (Agrícola-Ganadero)		
COBERTURA VEGETAL				PUNTUACION
> 80% cobertura				25
50-80% cobertura				10
10-50% cobertura				5
< 10% cobertura				0
ESTRUCTURA DE LA COBERTURA				
75% de árboles				25
50-75% árboles				10
<50% arboles				5
Sin árboles y arbustos por debajo del 10%				0
COMPLEJIDAD DE LA COBERTURA				
> 50% especies de árboles autóctonos				25
30-50% de especies de árboles autóctonos				10
< 30% especies de árboles autóctonos				5
Ninguna especie de árbol autóctona				0
CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE FLUVIAL				
No alterado				25
Modificación de las terrazas adyacentes al lecho del río				10
Signos de alteración y estructuras rígidas que modifican el canal del río				5
Río canalizado en la totalidad del tramo				0
PUNTUACIÓN TOTAL				
JUICIO DE CALIDAD				

Los peces: sigilosos habitantes del río Quillinzo y arroyos tributarios

Miguel Mancini¹, Juan Marzuoli¹, Víctor H. Salinas¹, César O. Nuñez²

Generalidades de los peces

Los peces son animales que pertenecen al grupo de vertebrados más numeroso del planeta, se calcula que existen actualmente alrededor de 33000 especies. Esto determina que representen aproximadamente el 50% del total de los grupos de animales vertebrados, es decir los más numerosos al compararlos con mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Tras siglos de permanente evolución, mares, ríos y lagos del mundo, se encuentran habitados por estos fascinantes organismos adaptados para vivir bajo el agua (Dorling Kindersley, 2006).

Cada pez se reconoce por un nombre vulgar o común y un nombre científico que corresponde a su género y especie, que en la mayoría de los

1 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Instituto de Ciencias Veterinarias -INCIVET- (CONICET-UNRC). Universidad Nacional de Río Cuarto.

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

casos figuran escritos entre paréntesis o con letra cursiva. Por ejemplo, la anguila, presente en Córdoba, es el nombre común de un pez de color pardo grisáceo y de forma alargada, similar a una serpiente, cuyo nombre científico es *Synbranchus marmoratus* (Haro y Bistoni, 2007).

La gran cantidad de especies de peces determina que existan múltiples variedades de formas, tamaños, colores y adaptaciones al medio donde viven: el agua. Esta última posee una salinidad muy variable en los diferentes ambientes acuáticos. Así, encontramos sitios con salinidades muy bajas (agua dulce) como el río Quillín y todos los embalses de la provincia, lagunas con salinidades intermedias (por ejemplo 5 a 25 gramos de sales por litro de agua) y los mares que tienen una salinidad aproximada de 35 gr por litro de agua. Algunos peces sólo viven en agua dulce o baja salinidad y otros, en cambio, pueden tolerar un amplio rango de concentración salina como el orillero (*Jenynsia lineata*) y el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), incluso este último puede vivir tanto en agua dulce como en lagunas con salinidad mayor a la del mar (Del Ponti y Mancini, 2022). Otras especies tienen un hábitat muy diferente, como las truchas que prefieren aguas frías y con mucho oxígeno por lo que es común encontrarlas principalmente en los ríos de altura de la región serrana.

Los peces se encuadran dentro de los animales denominados de sangre fría o poiquiloterms. Su metabolismo se regula de acuerdo a la temperatura del agua en la que viven. En este sentido y según las especies, pueden vivir en aguas frías o templadas (tropicales). De acuerdo a la columna de agua donde se encuentran, se clasifican en peces de superficie, media agua y de fondo.

Algunos conceptos de biología y anatomía

En su anatomía exterior a simple vista podemos reconocer: mandíbula, narinas, ojos, opérculos, diferentes aletas (pares, impares, adiposa) y la línea lateral (como se ilustra en la Figura 1). Además se pueden diferenciar tres regiones, la región de la cabeza va desde la punta de la mandíbula hasta la membrana del opérculo; el tronco que corresponde a la región desde la membrana del opérculo hasta el orificio anal, y a continuación de este el pedúnculo caudal que se extiende hasta el inicio de la aleta caudal.

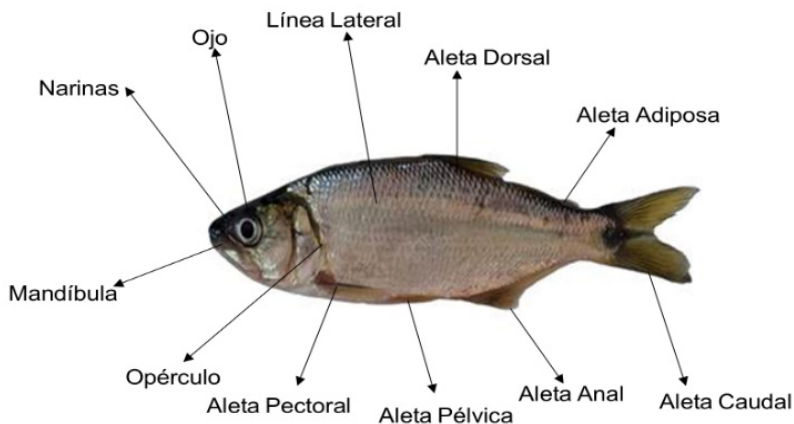


Figura 1. Anatomía externa de un pez frecuente del río Quillín.

Para desplazarse, los peces usan aletas que se encuentran en diferentes partes del cuerpo, estas pueden ubicarse sobre la línea media (generalmente impares) o a ambos lados (pares). Entre las primeras está la aleta dorsal, ubicada en la parte más superior del cuerpo y cuya función es dar estabilidad. Las aletas dorsal y pectorales presentan en ciertas especies como los bagres, espinas duras y punzantes (chuza), por lo cual estos peces se deben manipular con mucho cuidado por lo doloroso que pueden resultar los accidentes con estas estructuras (Hirt *et al.*, 2011). Posterior a la aleta dorsal puede estar presente otra más pequeña o también una aleta sin divisiones internas denominada aleta adiposa (Figura 1), común en las mojarra, las truchas y que es muy larga en el bagre negro (*Rhamdia quelen*). Sobre la porción más posterior se encuentra la aleta caudal, esta gran estructura es la encargada de impulsar al pez hacia adelante en forma ondulante y cuenta generalmente con dos lóbulos. Hacia la parte inferior del cuerpo se ubica posteriormente al ano la aleta anal, cuya función es similar a la que cumple la aleta dorsal (quilla). Pasando a las aletas pares, las ubicadas más cerca de la cabeza se denominan aletas pectorales y posteriores a estas, están las aletas pélvicas, la función de ambos pares es la de dar dirección al pez, como si fuese el timón de un barco (Laita y Aparicio, 2005).

Muchas especies nadan en grupos numerosos llamados cardúmenes o bancos, relacionando esta conducta a patrones de alimentación, reproducción o para obtener protección numérica ante posibles depredadores.

La superficie corporal o piel de los peces puede estar cubierta con escamas como en el caso de las mojarras, palometas, dientudos o carecer de ellas, como los bagres, denominándose a estos últimos peces de “cuero”. También podemos encontrar peces que contienen placas y le dan un aspecto acorazado como la vieja del agua (*Hypostomus cordovae*).

La línea lateral se encuentra a lo largo de los lados del cuerpo y se reconoce por las escamas que presentan como un punto deprimido. Sobre la misma hay estructuras especiales que le permiten al pez captar vibraciones en el agua, orientarse, regular su equilibrio y estabilidad. En algunas especies de mojarras, esta línea es incompleta, por lo que no llega a verse en su totalidad a lo largo del cuerpo.

Para poder respirar los peces cuentan con branquias, que cumplen la función de captar el oxígeno del agua para ser luego transportado a los diferentes tejidos, similar a la tarea que realizan los pulmones en muchos animales terrestres, además de servir como órgano excretor de desechos metabólicos (amoníaco) y para la regulación osmótica (concentración de sales). Este órgano vital se ubica por debajo del opérculo, una estructura rígida ubicada hacia el final de la cabeza que presenta movimientos de apertura y cierre cuando el pez respira.

Con respecto a la reproducción, la mayor parte de los peces que podemos encontrar en el río Quillín poseen reproducción externa, esto significa que las hembras liberan óvulos al agua que luego son fecundados por los espermatozoides liberados en el mismo momento por el macho. La cantidad de óvulos que producen los peces en cada desove es muy variable y va desde unos pocos hasta cientos de miles según las especies y edad de los ejemplares. Una vez producida la fecundación se desarrolla dentro del huevo un embrión que dará origen luego de la eclosión a una pequeña larva denominada alevino. Éste utilizará como alimento para sus primeros días de vida la reserva de vitelo, luego comenzará a consumir pequeños organismos presentes en el agua (plancton) para así continuar con su desarrollo hacia la fase de juvenil y finalmente adulto cuando esté en condiciones de reproducirse. Otro tipo de reproducción es la vivípara, común en las especies llamadas vulgarmente madrecitas o tosqueritos (“panzonas”), donde el macho introduce el gonopodio (modificación de la aleta anal) dentro de la hembra para que esta luego de un tiempo pueda parir sus crías.

Las gónadas femeninas (ovarios) son pares y pueden llegar a ocupar en las hembras gran parte de la cavidad abdominal durante la época de repro-

ducción (llamada también freza o desove). De acuerdo a la especie, poseen diferentes colores y tamaños de “huevos”. En los machos, los testículos también son pares y alargados, pero ocupan menor espacio que los ovarios dentro del abdomen.

La dieta de los peces es muy variada y dependerá de cada especie, pudiendo ser según el alimento que consuman herbívoros, detritívoros (detritos del fondo), planctívoros (plancton), omnívoros, carnívoros, ictiófagos (peces), además consumen insectos, gusanos, etc. Esto da como resultado una gran variación correspondiente al tipo de boca, forma, cantidad y disposición de los dientes y características del tubo digestivo. Las especies carnívoras suelen tener dientes agudos y el intestino corto, mientras que las herbívoras los dientes son cortantes o trituradores y el intestino es más largo. Si bien no todas las especies poseen dientes visibles, en algunas están muy desarrollados, pudiendo tener dientes de tipo incisivos, molariformes; otras especies pueden tener dientes en el paladar o en la faringe (Sado *et al.*, 2020).

El sistema digestivo presenta diferencias entre las especies, relacionado al tipo de alimentos que consumen como se mencionó. Los peces carnívoros como la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), poseen un estómago verdadero, muy visible y presencia de apéndices digestivos (como dedos de guantes) llamados ciegos pilóricos. Otras especies con un régimen alimenticio diferente, solo contienen un tubo digestivo largo, donde no se diferencia a simple vista el estómago del intestino como en el pejerrey (*O. bonariensis*) (Mancini *et al.*, 2016a), mientras que el sábalo (*Prochilodus lineatus*) tiene el intestino de mayor longitud.

En la anatomía interna podemos encontrar órganos que se visualizan a simple vista (Figura 2) y otros microscópicos. A diferencia de numerosos vertebrados, el corazón está formado por dos cámaras, una aurícula y un ventrículo que bombea sangre rica en dióxido de carbono hacia las branquias.

Una característica distintiva de los peces es que el riñón no es par, sino una estructura larga que se encuentra por debajo y a lo largo de toda la columna vertebral. Posee un color rojo muy oscuro, aspecto friable y se divide microscópicamente en riñón anterior y posterior; posee función principalmente excretora y de formación de células sanguíneas (hematopoyética) junto al bazo.

El hígado es un órgano vital que desempeña una variedad de funciones, además de las digestivas. Es macroscópico y puede presentar diferente tamaño y color desde el rojizo oscuro al marrón claro. En algunas especies junto a él se encuentra también el páncreas, pero no se observa a simple vista. Contiguo al hígado podemos encontrar la vesícula biliar y próximo a ella, el bazo que tiene forma ovalada.

La vejiga gaseosa es un saco lleno de aire o gas que puede estar conectada al tracto digestivo. Le permite al pez controlar la flotabilidad ascendiendo o descendiendo en la columna de agua al llenarse o vaciarse de aire, en algunos también es un órgano de comunicación al producir sonidos. En la Figura 2 se puede apreciar la anatomía interna de un pez.



Figura 2. *Oncorhynchus mykiss*, (tomada de García Moreno *et al.*, 2012).

¿Qué conocimientos existen sobre los peces de la provincia de Córdoba?

La provincia posee ambientes acuáticos muy variados (naturales y artificiales) como arroyos, ríos, lagunas, bañados, embalses y lagos urbanos, en su mayoría de aguas dulces y algunos con diferentes concentraciones de sales como las lagunas del sur de la provincia (Mancini *et al.*, 2016b), incluso algunas con salinidades superiores a la del mar (como la laguna Mar Chiquita o mar de Ansenúza). La región serrana ubicada al oeste constituye el nacimiento de gran cantidad de cursos de agua que en su mayoría

están contenidos en embalses. Entre ellos se encuentra el río Quillínz, que vierte sus aguas, próximo al río La Cruz, en el embalse Río Tercero, formando parte de la cuenca del río homónimo que finaliza su recorrido en el río Paraná.

Los peces representan una de las comunidades más importantes que habitan en los diferentes ambientes acuáticos de la provincia de Córdoba. Su rol resulta clave para el mantenimiento del equilibrio de estos ecosistemas, cumpliendo funciones en las diversas redes tróficas y en el medio en el que habitan. Se destaca también su relevancia para el hombre, que a lo largo de la historia ha utilizado este recurso con fines alimentarios, comerciales y recreativos.

La ictiofauna de la provincia de Córdoba fue documentada en su totalidad en 2007 por Haro y Bistoni. En 2022 se actualizó el listado y estado de conservación de los peces, confirmandose la presencia de 54 especies, entre nativas, introducidas y exóticas (Bistoni *et al.*, 2022). Recientemente se sumaron dos nuevas especies a la geografía provincial, el pez mosquito (*Gambusia holbrooki*) y el bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*), siendo el primero exótico (Mancini *et al.*, 2024 a,b).

Los ríos de Córdoba se caracterizan por el marcado dinamismo de sus caudales durante la época estival. En particular el río Quillínz ha experimentado en la última década crecientes extraordinarias, como las de marzo de 2023 y febrero de 2025, situación que implica grandes cambios en el hábitat de los peces. Existen diversos estudios sobre la riqueza de especies de los principales cursos de agua cordobeses como los ríos Dulce (Bistoni *et al.*, 1992), Primero o Suquía (Haro *et al.*, 1986; Bistoni y Hued, 2002), Segundo o Xanaes (Haro *et al.*, 1987), Tercero o Citalamochita (Haro *et al.*, 1996; Casalnuovo y Dominino, 2019; Biolé *et al.*, 2024) y Cuarto o Chocancharava (Haro *et al.*, 1991; Mancini *et al.*, 2024c), entre otros.

Algunas especies poseen un valor remarcable para el consumo humano en cuanto a su contenido nutricional (fuente de proteína) como así también por su valor deportivo, recreativo (pesca) y turístico a lo largo de todo el territorio. En este sentido se destaca el pejerrey (*O. bonariensis*), que habita principalmente en embalses, lagunas e incluso en algunos lagos urbanos de la provincia (Mancini *et al.*, 2018). Esta multiplicidad de ambientes donde vive este pez, permite que su pesca se practique a lo largo de todo el año (Mancini *et al.*, 2016a). Otra de las tantas especies de interés actual a nivel provincial es el dorado (*Salminus brasiliensis*), cuya reapari-

ción a partir de la década anterior (Mancini *et al.*, 2016c), experimentó una notable dispersión habitando actualmente los ríos Tercero, Cuarto, cuencas intermedias e incluso lagunas salobres (Marzuoli *et al.*, 2023). Por otra parte, hay varias especies menos conocidas, pero que revisten un interés muy particular desde el punto de vista ambiental, diversidad y estado de conservación (Bistoni *et al.*, 2022).

Para conocer un poco más sobre la ictiofauna del río Quillín, realizamos un estudio preliminar para determinar las especies de peces más frecuentes que habitan en el río y zonas aledañas, y también analizamos la abundancia relativa de las mismas.

¿Qué hicimos para saber qué peces habitan en el río Quillín?

Utilizamos diferentes metodologías que incluyeron artes de pesca pasivas (el pez es capturado como resultado de su entrada voluntaria o por ser interceptado por la dirección de su movimiento), artes activas (el pez es capturado como resultado de la acción de una red cuyo movimiento es ejercido por el hombre) y aparejos de pesca que utilizan anzuelos. Trabajamos cuatro operadores en diferentes arroyos tributarios del río Quillín y aguas abajo del vado del mismo a la altura de la localidad de Villa Cañada del Sauce (Figura 3).

Se detallan a continuación los equipos que utilizamos:

- a. Red de mano con mango (tipo “mediomundo”).
- b. Red de mano conformada por un rectángulo de 60 x 40 centímetros y malla de 2 mm.
- c. Redes artesanales de arrastre de 6 y 10 metros de longitud.
- d. Trampas de fondo compuestas por seis bocas y utilización de cebos.
- e. Trampas plásticas artesanales con cebo en su interior.
- f. Líneas de pesca con boyas y anzuelos “mosca”.

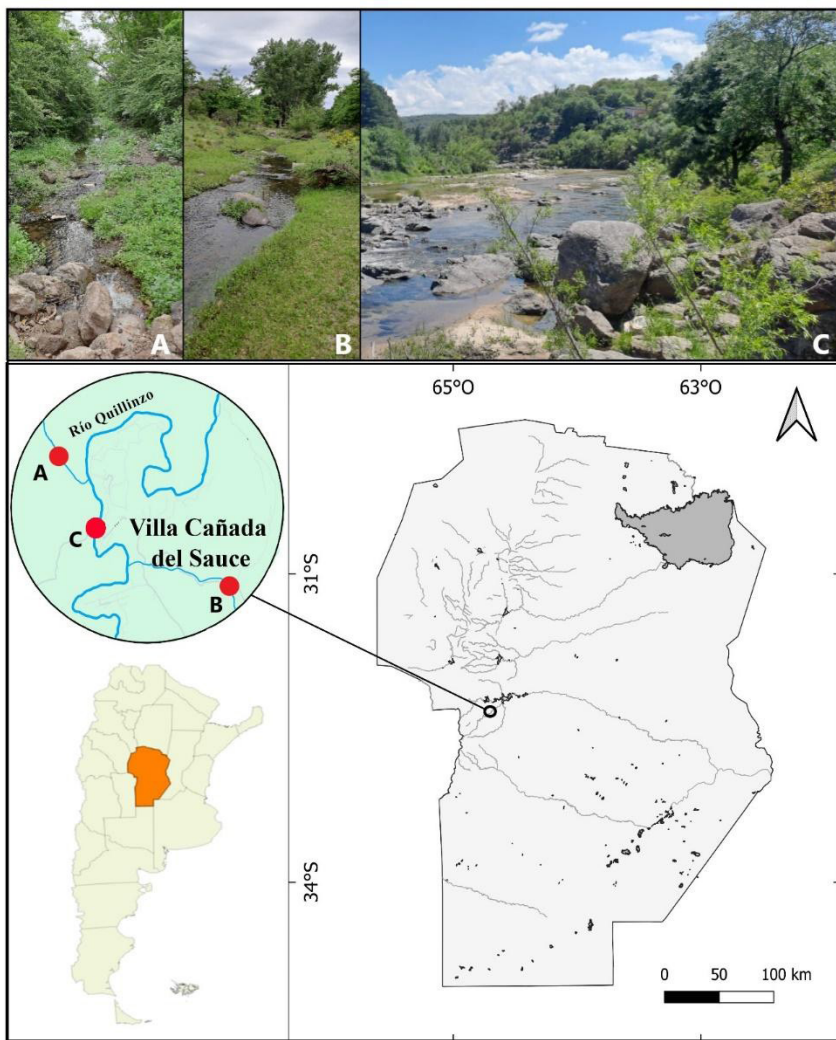


Figura 3. Ubicación de algunos sitios de muestreo, A: Arroyo La Saucerita; B: arroyo San Ambrosio; c: río Quillínzo, altura del vado de Villa Cañada del Sauce.

En la Figura 4 se ilustra la metodología utilizada. Los trabajos se realizaron en horas diurnas hasta el final del atardecer. Por su parte, también se realizaron entrevistas a un pescador local, constituyendo éste un método de evaluación de la actividad pesquera recreativa, tanto a nivel de peces como especies (García de Jalón Lastra *et al.*, 1993).

La mayoría de los peces fueron contados y devueltos vivos al agua. Los otros, fueron sumergidos en una solución anestésica y luego de un tiempo determinado fueron fijados en una solución de formol 10% para conservarlos en el laboratorio. Para la identificación se utilizaron claves que permiten ubicar a los peces dentro de órdenes, familias y especies, siguiendo a Haro y Bistoni (2007) y a Bistoni *et al.* (2022). Por último se construyó un gráfico circular (de torta) para poder apreciar fácilmente la abundancia de cada especie capturada.



Figura 4. Métodos utilizados para las capturas de los peces, A y B: redes de arrastre; C: red de mano; D y E: trampas de fondo; F: línea de pesca.

¿Qué especies de peces viven en el río Quillín?

Se colectaron en total 308 peces. En la Tabla 1 se pueden observar las especies capturadas y las confirmadas por registros fotográficos y entrevistas al Sr. Martín Acosta. En el río también habitan otros peces como viejas del agua y bagrecitos, pero debido a la imposibilidad de recolectar ejemplares no se pudo precisar a qué género y especie corresponden. En la Figura 5 se pueden observar las especies más comunes y en la Figura 6 se grafica la abundancia de las mismas, donde se destaca la gran numerosidad de la mojarra cola roja.

Tabla 1. Órdenes, familias y especies de peces que habitan el río Quillín.

Orden / Familia / Especie	Nombre común
ORDEN Characiformes	
FAMILIA <i>Characidae</i>	
1. <i>Oligosarcus jenynsii</i>	Dientudo
2. <i>Psalidodon</i> aff. <i>eigenmanniorum</i>	Mojarra cola roja
3. <i>Psalidodon rutilus</i>	Mojarrón
ORDEN Siluriformes	
FAMILIA <i>Heptapteridae</i>	
4. <i>Rhamdia quelen</i>	Bagre negro ¹
ORDEN Cichliformes	
FAMILIA <i>Cichlidae</i>	
5. <i>Gymnogeophagus australis</i>	Palometa
ORDEN Salmoniformes	
FAMILIA <i>Salmonidae</i>	
6. <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arco iris ^{1,2}

1. Presencia confirmada por referentes del lugar. 2. Presencia confirmada en arroyos y ríos aguas arriba de la zona muestreada del río Quillín.

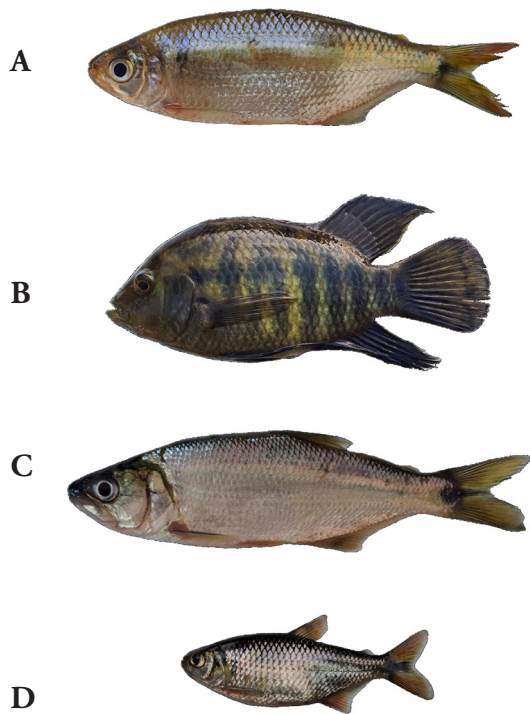


Figura 5. Especies más comunes del río Quillín. A: mojarrón, B: palometa, C: dientudo, D: mojarra cola roja.

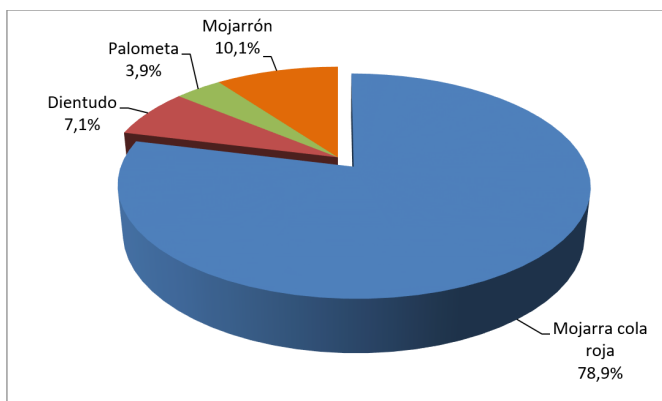


Figura 6. Abundancia relativa de las especies capturadas en el río Quillín y arroyos tributarios.

Consideraciones finales

En los muestreos que realizamos, pudimos confirmar que en el río Quillín y arroyos tributarios, habitan cuatro especies: el dientudo, el mojarrón, la palometa y la mojarra cola roja, siendo esta última la más abundante. De acuerdo a testimonios de lugareños y biólogos que estudian otros organismos en la zona, también están presentes el bagre negro, el bagre del torrente, la vieja del agua y la trucha arco iris. A excepción de esta última, todas las especies son nativas de la provincia de Córdoba. La realización de nuevos muestreos y la utilización de más artes de pesca, permitirá seguramente confirmar e identificar estas y otras especies de peces.

Referencias bibliográficas

- Biolé F., Mancini M. , Biolé N., Urscheler V., Salinas V., Marozzi R. y otros. (2024). Aportes al conocimiento de la ictiofauna del río Ctalamochita, provincia de Córdoba. Libro de resúmenes de la *VIII Jornada Científico-Técnica y I Jornada de Extensión de la Facultad de Agronomía y Veterinaria*. (p. xx). Córdoba. Argentina.
- Bistoni M.A., Haro J.G. y Gutiérrez M. (1992). Ictiofauna del río Dulce en la provincia de Córdoba (Argentina) (Pisces, Osteichthyes). *Iheringia*, 72, pp. 105-111.
- Bistoni M.A. y Hued A. (2002). Patterns of fish species richness in rivers of the central region of Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, 62(4B), pp. 753-764.
- Bistoni M.A., Mancini M., Liotta J., Garnero P., Rivetti N. y Salinas V. (Eds.). (2022). *Peces de la provincia de Córdoba (Argentina). Ecología y estado de conservación*. Córdoba, Argentina: Editorial Universidad Nacional de Córdoba.
- Casalinuovo M. y Dominino J. (2019). Estudio de los factores que inciden en la conectividad del río Ctalamochita con la cuenca del Plata en relación con su ictiofauna. Informe Técnico. Fundación Río Ctalamochita.

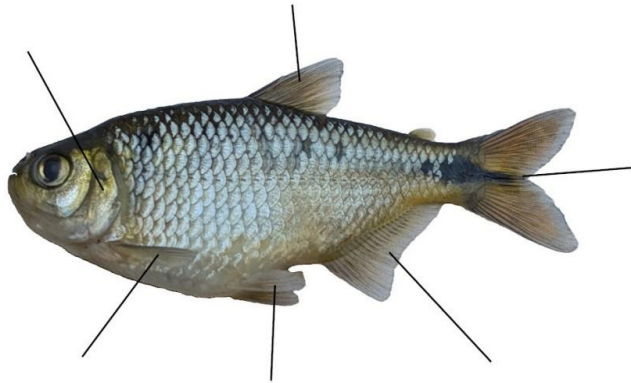
- Del Ponti O. y Mancini M. (2022). Tolerancia salina y rendimiento pesquero del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Actinopterygii: Atherinopsidae) en un lago somero de Argentina. *Ecología Austral*, 32, pp. 581-593.
- Dorling Kindersley. (Ed.). (2006). *Peces. Nueva Enciclopedia Visual Clarín: Ciencia, historia, naturaleza*. Buenos Aires, Argentina: Arte Gráfico.
- García de Jalon Lastra D., Moyano M., Rodríguez F., Culebras E. y Couto T. (1993). *Principios y técnicas de gestión de la pesca en aguas continentales*. Madrid, España: Mundi-Prensa Editora.
- García Moreno, A., Outercelo R., Ruiz E., Aguirre J., Almodóvar A. y otros. (2012). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de tunicados, cefalocordados y vertebrados peces. Disección de la trucha. *Reduca (Biología)*. Serie Zoología. 5 (3), pp. 71-80.
- Haro J.G., Gutiérrez M., Bistoni v M.A., Bertolio W. y López A. (1986). Ictiofauna del río Primero (Suquía) Córdoba, Argentina. *Historia Natural*, 6, pp. 53-63.
- Haro J.G., Bistoni M.A. y Gutiérrez M. (1987). Ictiofauna del río Segundo (Xanaes) (Córdoba, Argentina). *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, 77, pp. 1-113.
- Haro J.G., Bistoni M.A. y Gutiérrez M. (1991). Ictiofauna del río Cuarto (Chocancharagua), Córdoba, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, 59, pp. 249-258
- Haro J.G., Bistoni M.A. y Gutiérrez M. (1996). Ictiofauna del río Tercero (Ctalamochita) (Córdoba, Argentina). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina)*, 59, pp. 1-10.
- Haro J.G. y Bistoni M.A. (Eds.). (2007). *Peces de Córdoba*. Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Hirt L., Araya P. y Flores S. (Eds.). (2011). *Peces de la pesca deportiva en la provincia de Misiones (Argentina): identificación y características bioecológicas de las especies más comunes*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Dunken.

- Laita H. y Aparicio G. (Eds.). (2005). *100 peces argentinos*. Buenos Aires, Argentina: Albatros.
- Mancini M., Grosman F., Dyer B., García G., Del Ponti O., Sanzano P. y otros. (Eds.). (2016a). *Pejerreyes del sur de América. Aportes al estado de conocimiento con especial referencia a *Odontesthes bonariensis**. Río Cuarto, Argentina: UniRío Editora.
- Mancini M., Grosman F., Sanzano P., Del Ponti O. y Salinas V. (2016b). Características limnológicas, ictiofauna y abundancia de *Odontesthes bonariensis* de 35 lagunas de la región pampeana (Argentina). *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 29, pp. 79-83.
- Mancini M., Salinas V. y Amaya F. (2016c). Primer registro de la presencia de dorado (*Salminus brasiliensis*) en lagunas del sur de la provincia de Córdoba (Argentina). Libro de resúmenes del *IX Congreso de Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos*. La Plata. Argentina.
- Mancini M., Salinas V., Marzuoli J., Sardella C. y Regis L. (2018). Riqueza, diversidad y macrohábitats de la fauna de peces del lago Dalcá. En Mancini, M. (Comp.). *El lago urbano Villa Dalcá (Río Cuarto, Argentina). Estado ambiental y su importancia en la conservación de la biodiversidad* (pp. 115-130). Río Cuarto, Argentina: UniRío Editora.
- Mancini M., Marzuoli J., Salinas V., Bistoni M.A. y Liotta J. (2024a). Aquatic invasions: new record and first data on the biology of *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) (Pisces: Poeciliidae) in Argentina. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 15(2), pp. 82-91.
- Mancini M., Marzuoli J., Silva P., Varela G., Salinas V., Silva M. y Garro M. (2024b). Primer registro del bagre amarillo *Pimelodus maculatus* (Siluriformes, Pimelodidae) en la provincia de Córdoba (Argentina). *Historia Natural*, 14(2), pp. 43-52.
- Mancini M., Salinas V., Marzuoli J., Sigal E. y Rosso J.J. (2024c). Relevamiento de la ictiofauna del río Cuarto (Chocancharava), provincia de Córdoba (Argentina). *Anais V Simpósio Latinoamericano de Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria*. Brasil.

- Marzuoli J., Mancini M., Casalnuovo M., Salinas V., Dominino J. y Rosso J.J. (2023). Nuevas localidades e hipótesis sobre rutas de dispersión del dorado *Salminus brasiliensis* en la provincia de Córdoba (Argentina). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 25(2), pp. 297-308.
- Sado R., de Souza F., Behr I., Eslava Mocha P. y Baldisserotto B. (2020). Anatomy of teleosts and elasmobranchs. En: Baldisserotto B., Urbinati E. y Cyriino J. (Eds.) *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish* (pp. 21-47). Massachusetts, Estados Unidos: Academic Press.

Propuesta didáctica: ¿qué aprendimos sobre los peces?

1. Ubicar en la imagen las siguientes estructuras anatómicas: Aleta Caudal; Aleta anal; Aleta Dorsal; Opérculo; Aleta Pectoral; Aletas pélvicas.



2. Colocar debajo de cada imagen el nombre común de cada pez: Palometa - Dientudo - Mojarra cola colorada - Mojarrón.



.....



.....



.....



.....

3. Encontrar en la sopa de letras las siguientes palabras (escritas en múltiples direcciones): PECES - MOJARRA - PALOMETA - QUILLINZO - BAGRE - DIENTUDO - ALETA - BRANQUIAS - OPÉRCULO - PESCA - ESCAMAS – POIQUILOTERMO

K	V	K	P	É	S	Y	Q	N	Y	J	O	F	Ü	J
W	P	Ñ	W	D	K	C	U	K	Z	O	W	H	A	S
A	O	J	A	I	Á	U	I	C	É	V	U	U	C	A
T	I	S	R	Ü	N	Á	L	J	D	N	Z	V	S	I
E	Q	U	R	E	F	F	L	B	A	G	R	E	E	U
L	U	P	A	D	R	Ó	I	W	Ú	B	P	F	P	Q
A	I	N	J	D	D	B	N	Í	W	Q	Ü	É	U	N
N	L	T	O	A	I	Ñ	Z	Ó	O	O	Ó	V	Ñ	A
E	O	H	M	Ü	P	E	O	P	E	C	E	S	X	R
N	T	Y	Y	B	M	Y	N	Ó	É	D	Ó	K	A	B
Ó	E	N	D	N	A	D	F	T	L	Ú	Q	Ó	É	Í
M	R	X	B	Ú	C	O	O	L	U	C	R	E	P	O
C	M	Q	Í	M	B	S	X	É	I	D	Ü	L	P	A
Ú	O	P	A	L	O	M	E	T	A	Ó	O	T	U	V
Y	R	Á	S	A	M	A	C	S	E	W	K	W	N	M

Exploradores de la ribera: ranas y sapos como indicadores de la salud del río Quillín

Favio E. Pollo^{1,2}; Manuel A. Otero^{1,2}; Zulma A. Salinas²; Mariana Baraquet^{1,2}; Clarisa Bionda^{1,2}; Ma. Selene Babini^{1,2}; Fernanda A. Olguín^{1,2} y Pablo R. Grenat^{1,2}.

Los anfibios anuros, comúnmente conocidos como sapos y ranas, son animales vertebrados. Esto significa que tienen un esqueleto interno, columna vertebral y cuatro patas. La palabra “*anfibio*” hace referencia a animales que presentan un ciclo de vida dividido en dos etapas: una acuática, que se da cuando son renacuajos o larvas, y una terrestre cuando son jóvenes o adultos. Mientras que el término “*anuro*” se refiere a organismos que no tienen cola en su etapa adulta.

Los sapos y las ranas adultos tienen cuatro patas adaptadas para saltar, caminar, cavar o nadar, según su modo de vida. Su piel es delgada y pre-

1 Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA), CONICET-UNRC. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC

2 Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

senta glándulas visibles en los sapos, aunque menos prominentes en las ranas, lo que la hace permeable. Además de usar los pulmones para respirar, también respiran a través de la piel, por lo que esta debe mantenerse húmeda en todo momento (Duellman y Trueb, 1994). Estos animales tienen un tímpano grande ubicado a los costados de la cabeza (Figura 1). Son ectotermos, o de “sangre fría”, lo que significa que no pueden regular la temperatura de su cuerpo, variando según el lugar en el que se encuentren. En nuestra región, donde hay estaciones bien marcadas, los sapos y ranas hibernan durante el otoño y el invierno, cuando las temperaturas descienden y el agua puede congelarse. Durante este periodo, entran en un estado de letargo e inactividad, enterrándose en el suelo o escondiéndose en lugares húmedos y protegidos, como troncos, vegetación, rocas, macetas, entre otros. En primavera y verano, cuando suben las temperaturas y comienza la temporada de lluvias, salen de sus refugios y aprovechan estas condiciones para reproducirse.

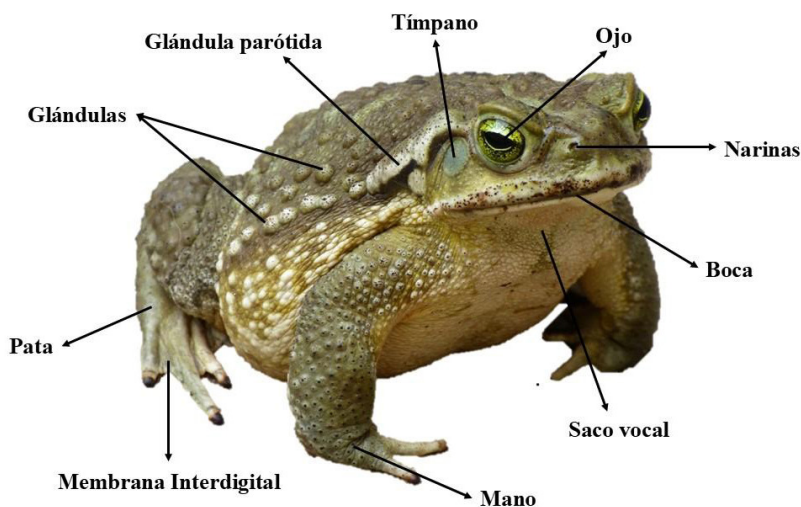
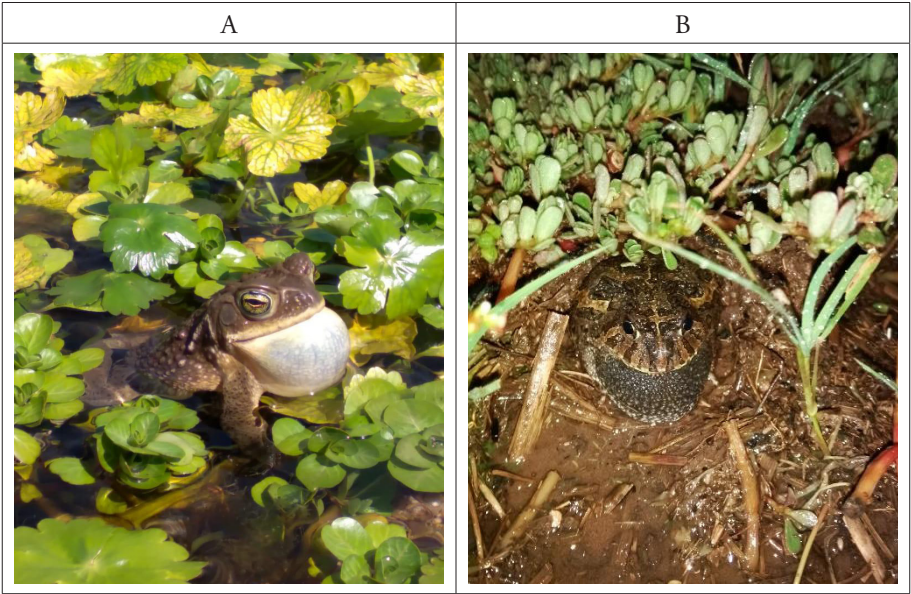


Figura 1. Morfología externa de un sapo con sus partes características.

Los sapos y ranas son conocidos por sus cantos, que suelen escucharse principalmente durante el atardecer y la noche. Estos sonidos son emitidos por los machos (Figura 2) y su función principal es atraer a las hembras durante la época de reproducción, o marcar su territorio. Cada especie tiene

un canto único por lo que se pueden identificar por el tipo de vocalización que emiten.

Cuando el macho y la hembra se encuentran, el macho abraza a la hembra usando sus patas delanteras. Este abrazo se llama «*amplexo*» (Figura 3), puede darse en diferentes partes del cuerpo de la hembra (dorsal, inguinal, cefálica o axilar), dependiendo de la especie. El amplexo ayuda a la hembra a liberar sus huevos, que luego son fecundados por el macho. Los anfibios son ovíparos, es decir, ponen huevos, aunque se diferencian de las aves y reptiles (serpientes) porque estos no tienen cáscara que los recubra. Por eso, siempre los depositan en ambientes húmedos para que no se sequen. Los sapos y ranas han desarrollado diferentes estrategias para poner sus huevos: algunos construyen nidos de espuma o burbujas que flotan en la superficie, mientras que otros los dejan directamente en el fondo del cuerpo de agua o adheridos a la vegetación sumergida (Figura 4).



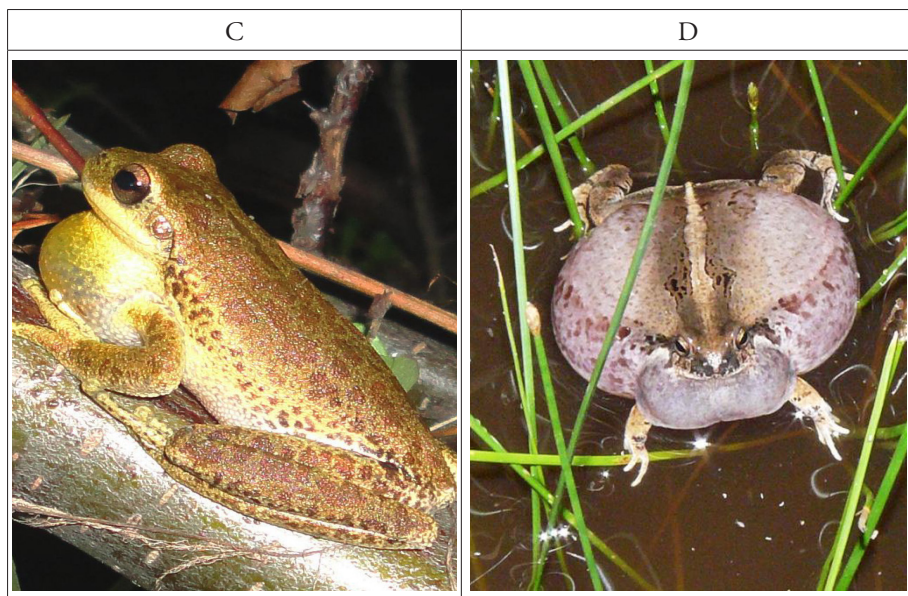
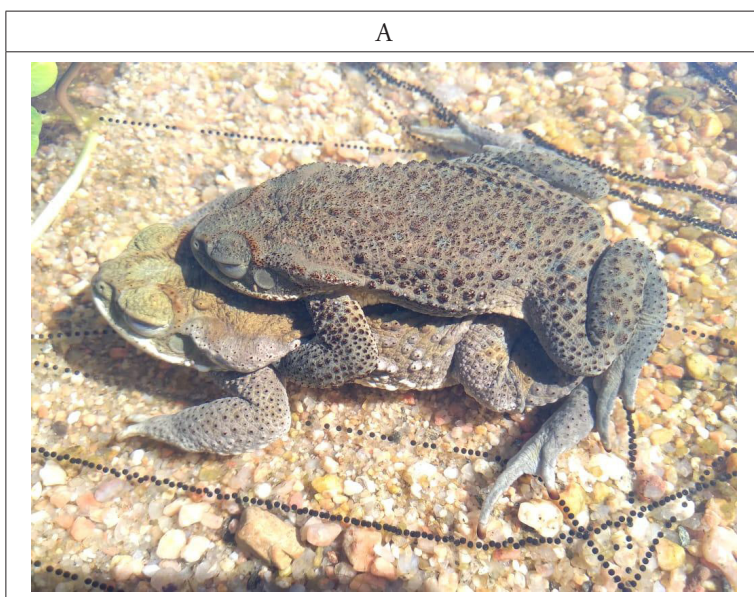


Figura 2. Sapos y ranas machos con el saco vocal inflado mientras emiten su canto característico. A) sapo común, B) escuercito común, C) ranita trepadora serrana y, D) ranita llorona.



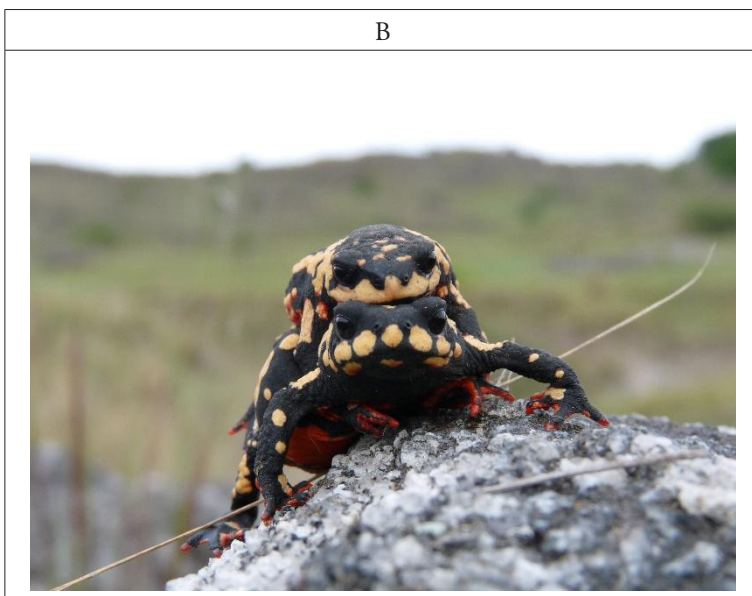


Figura 3. Amplexo axilar. A) Sapo común (*Rhinella arenarum*), B) sapito de colores (*Melanophryniscus stelzneri*).

Una vez que los huevos eclosionan, comienza a desarrollarse una nueva etapa en la vida de los anfibios, los “*renacuajos*”. Los renacuajos tienen un cuerpo redondo y alargado, no tienen cuello y presentan una cola larga y plana lateralmente que les ayuda a nadar (Figura 5). En la cabeza se observan ojos laterales, un par de narinas y una boca ventral con estructuras llamadas queratodontes, similares a dientes, que les permiten raspar las rocas o vegetación sumergida en el agua para alimentarse. En esta etapa, son principalmente herbívoros y se alimentan preferentemente de algas.

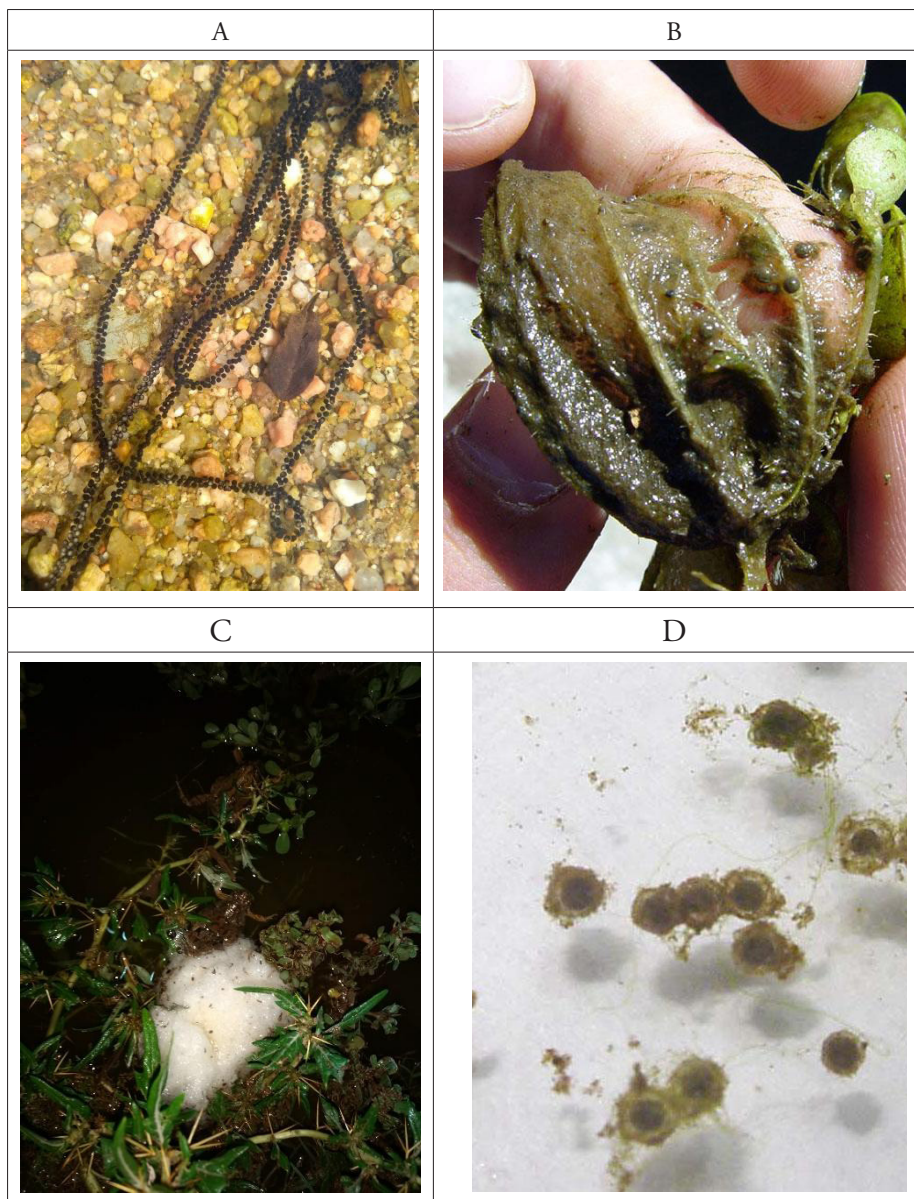


Figura 4. Diferentes maneras en las que los sapos y ranas depositan los huevos. A) En forma de cordones, B) adheridos a la vegetación, C) nido de espuma y, D) depositados en el fondo del cuerpo de agua.

Los renacuajos respiran a través de branquias como los peces mientras viven en el agua. Con el paso del tiempo, su cuerpo crece, y experimentan un proceso de cambios morfológicos y fisiológicos llamado *metamorfosis*, en el cual se transforman en adultos. Durante este proceso ocurren varios cambios: las branquias desaparecen y son reemplazadas por pulmones, primero emergen las patas traseras y luego las delanteras, la cola se reabsorbe poco a poco hasta desaparecer, y la boca sufre modificaciones para adaptarse a una dieta carnívora, donde su principal alimento son los insectos.

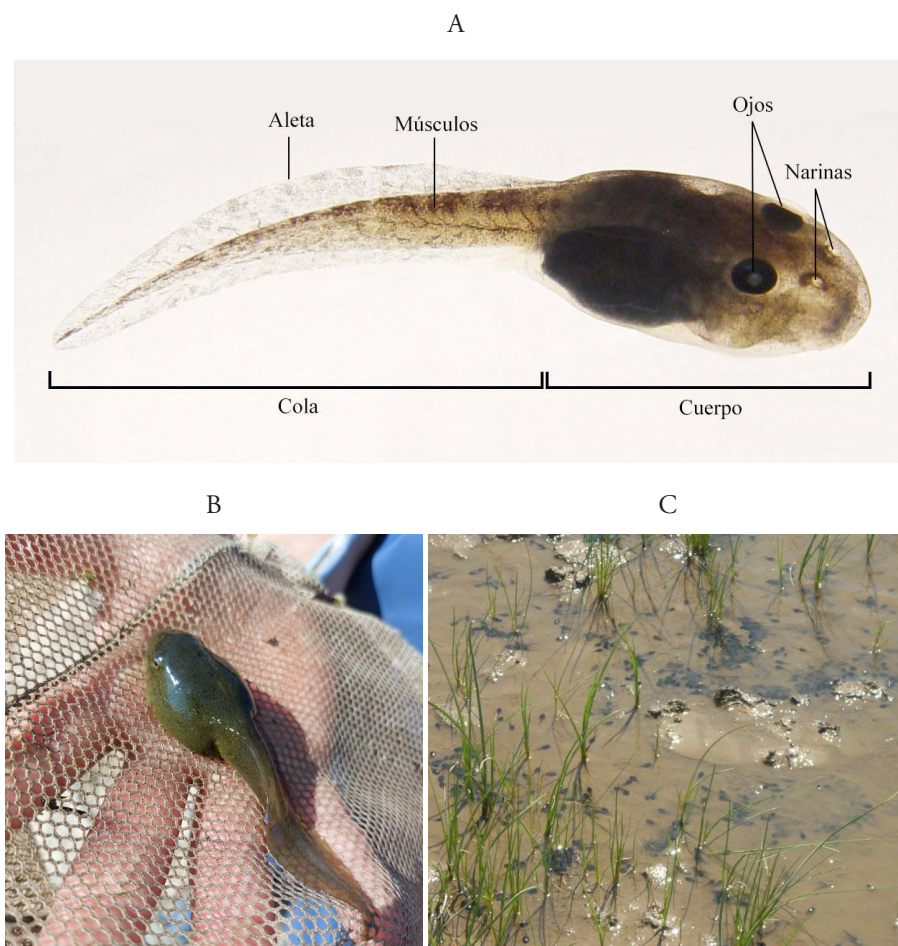


Figura 5. A) Morfología externa de un renacuajo con sus partes, B) renacuajo de rana toro y, C) grupo de renacuajos del sapo común.

Los anfibios desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, por ejemplo, los huevos y renacuajos son alimento de muchos peces, aves e insectos acuáticos. Los adultos ayudan a controlar las poblaciones de insectos, son presa de otros animales, y su presencia indica la salud de nuestro ambiente. Además, muchas especies de anfibios son valiosas para los humanos, ya que producen sustancias con propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas y anticancerígenas. También fueron muy importantes para los pueblos originarios, como símbolo de fertilidad, renovación, y además los adoraban porque estaban relacionados con la lluvia que era vital para la agricultura.

De acuerdo a las características antes mencionadas, los sapos y ranas son considerados excelentes indicadores de la calidad del ambiente, es decir, son organismos sensibles a todos los cambios que ocurren en el lugar donde se encuentran (Lambert, 1997; Young *et al.*, 2004). La mayoría de estos organismos cumplen con ciertos requisitos necesarios para ser considerados especies indicadoras, como disponibilidad y abundancia, representatividad en una variedad de ecosistemas y factibilidad de ser mantenidos y criados bajo condiciones de laboratorio.

En Argentina, se reconocen alrededor de 176 especies de sapos y ranas, y en la provincia de Córdoba tenemos más de 30 (Vaira *et al.*, 2012). Sin embargo, a este listado se suma una especie de rana originaria de Estados Unidos: la rana toro (*Aquarana catesbeiana*), considerada exótica e invasora. Esta rana representa una amenaza para los anfibios nativos, ya que transmite enfermedades, compite por alimento y depreda a diversos organismos. Esto representa un problema serio para la conservación de nuestros anfibios.

Además, muchas de las especies nativas están en peligro debido a la destrucción de sus hábitats, la contaminación y el cambio climático. Particularmente, la urbanización creciente y sus procesos como pavimentación, basura, desechos cloacales, ruido, luces, entre otros, son uno de los principales factores que generan cambios ambientales en la actualidad. En nuestra provincia, el cambio de usos del suelo generado por la urbanización va en aumento de manera acelerada, incluso en zonas serranas. Particularmente, la localidad de Villa Cañada del Sauce representa un pueblo serrano con una perspectiva de crecimiento acelerado en un futuro próximo. Esta situación, podría comprometer los ambientes naturales asociados. Por eso, resulta importante estudiar la calidad de agua y el estado ecológico del Río Quillín, en diferentes tramos cercanos a la localidad de Villa Cañada del Sauce, usando como indicadores los sapos y ranas.

¿En qué sitios de la localidad de Villa Cañada del Sauce trabajamos?

En este proyecto se trabajó en el río Quillín, específicamente a la altura de la localidad serrana Villa Cañada del Sauce. Los sitios donde recolectamos los datos sobre los sapos y ranas fueron tres (ver detalles de la descripción de los sitios en el capítulo 2): sitio 1, aguas arriba de la localidad; sitio 2, tramo con urbanización y sitio 3, aguas abajo de la localidad.

¿Cómo encontramos los sapos y ranas?

En cada uno de estos sitios, para el registro de los diferentes sapos y ranas, utilizamos la metodología de relevamientos por encuentros visuales (Heyer *et al.*, 1994). Esta metodología consiste en realizar recorridos caminando por el borde de los ríos y lagunas para observar huevos, renacuajos, individuos metamorfoseados y adultos. En caso de no poder identificar algún individuo (renacuajo o adulto), estos fueron capturados usando una red de mano (Figura 6), y posteriormente liberados en el sitio de captura, excepto individuos de la especie rana toro, los cuales se colocaron en recipientes plásticos y se trasladaron al laboratorio. Además, en cada visita se tuvo en cuenta el canto de reproducción como medida indirecta de reconocimiento de los diferentes sapos y ranas.



Figura 6. Captura de renacuajos, sapos o ranas utilizando una red de mano.

Los muestreos se desarrollaron una vez por estación (invierno, primavera, verano y otoño) en horarios diurnos, entre las 10:00 a 16:00 horas. Las visitas fueron coordinadas y llevadas a cabo junto a un grupo multidisciplinario de la Universidad Nacional de Río Cuarto que realizó diferentes tareas a campo.

En todos los sitios se registraron variables estructurales del hábitat relevantes para la biología de los sapos y ranas, como hidroperiodo del cuerpo de agua y tipo de vegetación emergente, periférica y sumergida predominante. Además, estimamos cuantitativamente las características del hábitat como pendiente de los bordes de ribera, tipo y altura de la vegetación, y velocidad de corriente de los tramos analizados. El ancho del cauce y la distancia al centro urbano fue medido utilizando la herramienta Google Earth.

Sabiendo que los sapos y ranas dependen del cuerpo de agua, también registramos parámetros ambientales como la temperatura del agua y del aire, así como el pH, conductividad, salinidad y sólidos disueltos totales en agua utilizando un equipo digital TestTM Multiparámetro (Figura 7). El registro de estas variables es fundamental debido a que los anfibios utilizan este recurso en todo momento.



Figura 7. Registro de variables del agua utilizando diferentes equipos.

¿Qué resultados obtuvimos?

La caracterización de los sitios permitió determinar diferencias fisonómicas entre ellos. Los mismos corresponden a un ambiente lótico (río) de

caudal considerable. En el sitio 1 (Piedra Pérez), se pudo observar que los márgenes del río se encontraban vegetados, predominando las cortaderas y los crataegus. En cuanto a la vegetación sumergida predominaron la cola de zorro y la elodea silvestre, e hydrocotyle como vegetación flotante. Este sitio, se caracterizó por poseer un ancho de cauce mayor y una velocidad de corriente menor que el resto de los sitios (Tabla 1).

En cuanto a los sitios 2 y 3 el lecho del río presentó deposición de arenas y gravas con escasa vegetación. El sitio 3 (Playa Terzaga), se caracterizó por presentar un lecho en forma de V con laderas rocosas encajonado con un cauce estrecho y barrancas de gran pendiente, con mayor cobertura vegetal, lo que permitiría que alguna especie de anfibio arbóreo habite estos sitios (Tabla 1).

Tabla 1. Características del hábitat de los 3 sitios donde se realizaron los muestreos.

	Sitios		
	1 (Piedra Perez)	2 (Puente)	3 (Playa Terzaga)
Coordenadas	32°22'35.32"S 64°38'37.95"O	32°22'0.95"S 64°38'46.29"O	32°21'31.63"S 64°38'11.62"O
Distancia lineal al centro urbano (m)	1300	200	1000
Ancho del cauce (m)	25	20	15
Velocidad de corriente	Media	Alta	Alta
Barrancas (alto); terrazas y pendiente de ribera	Terrazas amplias pendiente media/ baja	Terrazas amplias Pendiente media	Barranca (10 m) Pendiente alta
Borde vegetado (%)	25	35	40
Tipo y altura de la vegetación	Arbustiva (1,5 m)	Arbustiva (1,5 m) Arbórea (+ 3 m)	Herbácea (- 0,5 m) Arbustiva (1,5 m)

En la figura 8 se observan los valores de las variables físico-químicas registradas en cada sitio muestreado por época del año. La temperatura del aire y del agua variaron según la época del año con valores similares entre los sitios muestreados. El pH fue alcalino en todos los sitios, con variación según la época del año y el sitio. La conductividad, sólidos disueltos totales y salinidad arrojaron valores similares por sitio de muestreo y época del año.

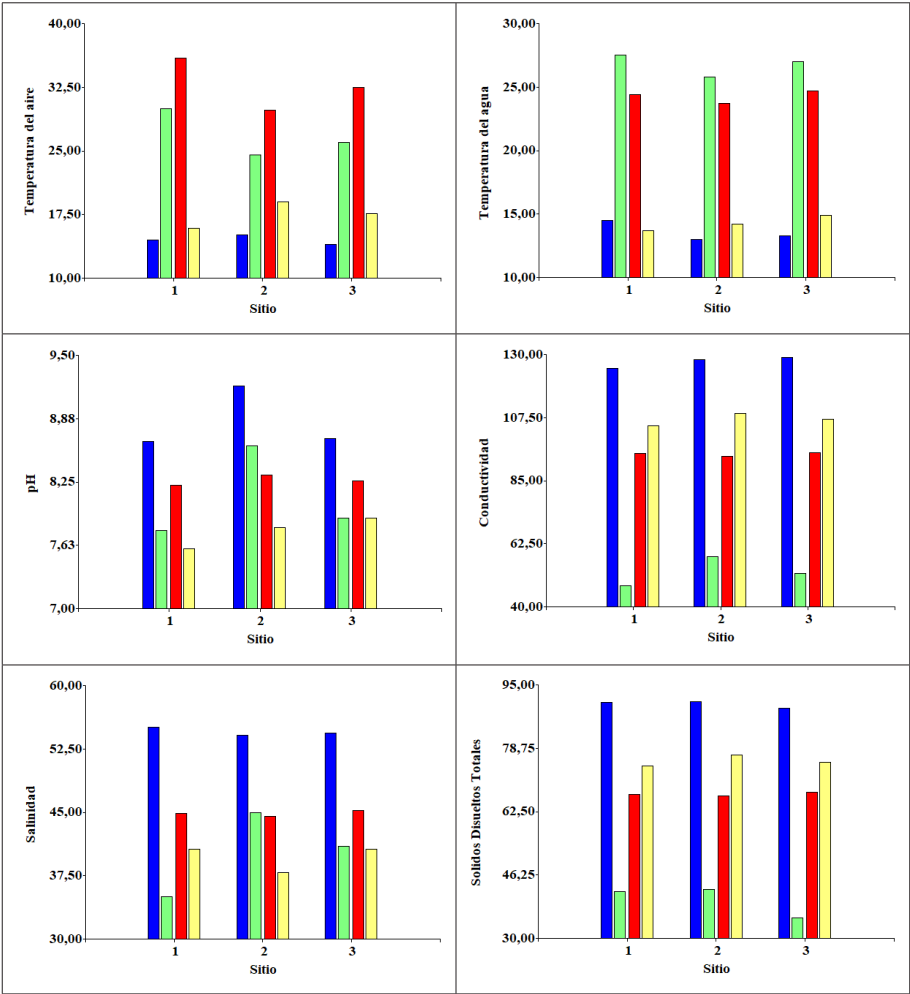


Figura 8. Variables Físico-Químicas de cada sitio en las diferentes temporadas de muestreo. 1: Sitio aguas arriba de la localidad; 2: Tramo con urbanización; 3: Sitio aguas abajo de la localidad. Barra azul: Invierno; Barra verde: Primavera; Barra Roja: Verano; Barra amarilla: Otoño.

Con los diferentes métodos de detectabilidad utilizados, el ensamble registrado en la localidad estuvo constituido por cuatro tipos de sapos y ranas, sapo común (*Rhinella arenarum*), ranita trepadora serrana (*Boana cordobae*), ranita silbadora (*Leptodactylus latinasus*) y rana toro (*Aquarana catesbeiana*). Sin embargo, por distribución geográfica de las especies, el ensamble de sapos y ranas de la localidad de Villa Cañada del Sauce estaría formado por las especies que se mencionan en la Tabla 2. Todas esas especies, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), se encuentran clasificados como «Preocupación menor» (IUCN, 2024). Esto significa que, por ahora, no están en peligro de extinción y sus poblaciones son estables y se encuentran bien distribuidas en diferentes regiones. La UICN es una organización mundial que evalúa el estado de conservación de las especies, indicando si se encuentran amenazadas y las pública en la Lista Roja, una herramienta muy importante para conocer qué animales están en riesgo y cuáles son las amenazas que enfrentan, como pérdida de hábitat, contaminación, especies invasoras, entre otros, con el fin de poder ayudar a protegerlos.

Tabla 2. Especies de anfibios anuros que por su distribución geográfica podrían ser encontrados en la Localidad serrana de Villa Cañada del Sauce. Se muestra además el hábitat principal y el estado de conservación de cada especie.

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Hábitat	Estado de conservación
Bufonidae	Sapo común	<i>Rhinella arenarum</i>	Terrestre	Preocupación menor
Bufonidae	Sapito de colores	<i>Melanophryniscus stelzneri</i>	Terrestre	Preocupación menor
Hylidae	Ranita trepadora serrana	<i>Boana cordobae</i>	Arbóreo	Preocupación menor
Leptodactylidae	Rana llorona	<i>Physalaemus biligonigerus</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor
Leptodactylidae	Rana hocicuda o Ranita rayada	<i>Leptodactylus gracilis</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor
Leptodactylidae	Ranita silbadora o rana de las cunetas	<i>Leptodactylus latinasus</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor

Leptodactylidae	Rana de bigotes	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor
Leptodactylidae	Rana criolla	<i>Leptodactylus luctator</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor
Leptodactylidae	Rana de flancos manchados	<i>Pleurodema tucumanum</i>	Terrestre	Preocupación menor
Odontophrynidae	Escuercito común	<i>Odontophrynus cordobae</i>	Acuática-terrestre	Preocupación menor
Ranidae	Rana toro	<i>Aquarana catesbeiana</i>	Acuática	Preocupación menor

Consideraciones finales

El ensamble de anuros registrado en esta localidad serrana estuvo compuesto por cuatro especies. Sin embargo, se esperaba que el número de especies de sapos y ranas fuera mayor, abarcando aproximadamente unas diez especies nativas (di Tada *et al.*, 1996, Tabla 2). Esto sugiere que diversos factores pudieron haber influido en la baja detectabilidad de estas especies.

Los sapos y ranas de nuestra región hibernan durante la temporada fría y seca, lo que reduce su actividad y la probabilidad de encontrarlos. Además, su principal actividad ocurre por la noche, cuando los machos emiten sus cantos para atraer a las hembras. Por estas razones, no se pudieron obtener datos de las especies entre mayo y septiembre, sumado a que, en los meses posteriores, octubre - abril, el horario de muestreo entre las 10 y 16 horas limitaron aún más las posibilidades de encontrar las especies que potencialmente se encuentran en la zona.

El Río Quillín, de acuerdo a sus características morfo-fisiológicas es un sistema lótico de corriente rápida que recibe agua de una gran cantidad de tributarios. Esto hace que el caudal sea muy abundante, con márgenes de arena y canto rodado (piedras). Por lo tanto, la escasa detectabilidad de especies de anfibios anuros puede deberse a que estos organismos generalmente prefieren sistemas con escasa velocidad de corriente, vegetación sumergida y márgenes con abundante vegetación.

Un factor adicional que podría influir en la escasa presencia de sapos y ranas es la presencia en la localidad de la rana toro (*A. catesbeiana*) una especie exótica invasora, originaria del este de América del Norte (Estados Unidos) que ahora invade diversas regiones del mundo. La rana toro es considerada una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2024). Esto se debe principalmente a: 1) gran tamaño, llegando a pesar hasta un kilogramo convirtiéndolos en depredadores voraces que se alimentan de una amplia variedad de presas, incluyendo insectos, peces, pequeños mamíferos, aves, anfibios nativos y reptiles, lo que puede llevar a la disminución de la biodiversidad; 2) alta capacidad reproductiva, lo que facilita la expansión de sus poblaciones y dificulta su control en áreas donde son invasoras; 3) ausencia de depredadores naturales, lo que le permite prosperar sin control natural; y 4) son propagadoras de enfermedades que pueden afectar a las poblaciones nativas.

En Argentina, específicamente en la provincia de Córdoba, la especie fue introducida en la década de 1980 con el propósito de fomentar su uso como producto alimenticio, un proyecto que nunca tuvo éxito desde el punto de vista económico. Tal es el caso del criadero que se construyó sobre los márgenes del arroyo Toledo, un tributario del río de los Sauces (Prado, 2018) cercano a la localidad con el mismo nombre. Este emprendimiento no prosperó en términos económicos, sumado a que una fuerte crecida del arroyo en el año 2000 (aproximadamente) destruyó las instalaciones, lo que facilitó la rápida expansión de la especie en los ecosistemas nativos. Por lo tanto, su presencia en la localidad puede deberse a la comunicación que presentan los ríos y arroyos de la zona, sumado a la dispersión favorecida por el hombre desde el punto focal del criadero ubicado en Río de los Sauces. Actualmente, la rana toro se ha convertido en una amenaza para la conservación de las especies nativas, por lo que los ecosistemas acuáticos a nivel mundial enfrentan el desafío de gestionar la proliferación de la rana toro americana.

Referencias bibliográficas

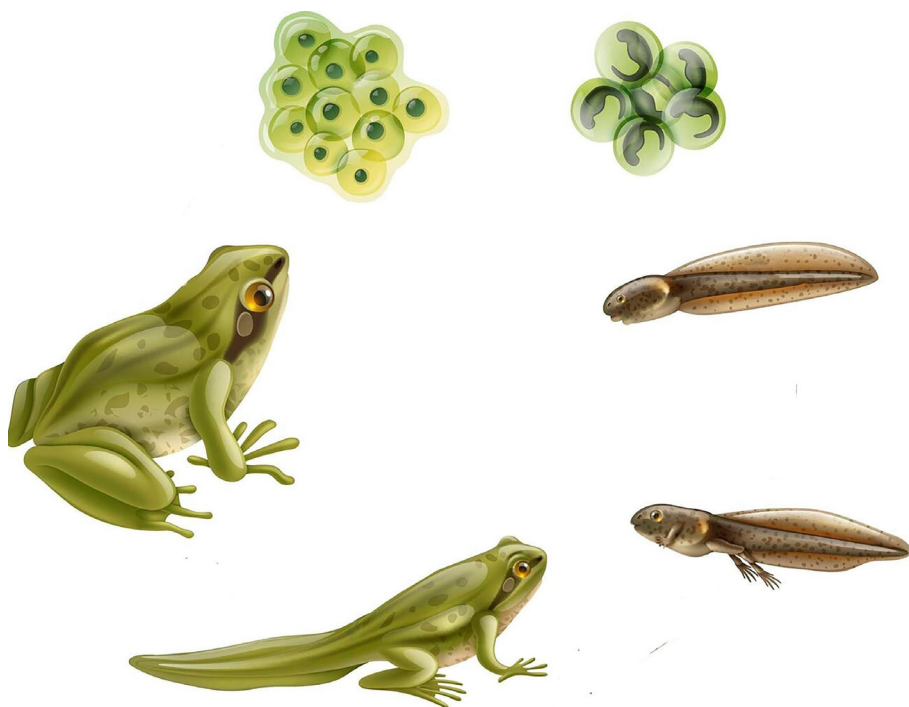
- di Tada I., Zavattieri M., Bridarolli M., Salas N., y Martino A. (1996). Anfibios Anuros de la provincia de Córdoba. Biodiversidad de la provincia de Córdoba. *Fauna*, 1, pp. 191-213.

- Duellman, W., y Trueb E. (Eds.). (1994). *Biology of Amphibians*. Baltimore, Estados Unidos: John Hopkins University Press .
- Heyer R., Donnelly M., Foster M., y McDiarmid R. (Eds.). (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Princeton, Estados Unidos: Princeton Editorial Associates.
- IUCN (2024). Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org.
- Lambert, M. (1997). Reptiles and amphibians as bioindicators to assess the environmental effects of heavy spillage from a destroyed pesticide store near Hargeisa (Somaliland). En Böhme, W., Bischoff, W. y T. Ziegler (Eds.). *Herpetologia Bonnensis* (pp. 215-220). Bonn, Alemania: SEH.
- Prado, W.S. (Ed.). (2018). Relevamiento de ranarios y poblaciones asilvestradas de *Lithobates catesbeianus* en Argentina. Buenos Aires, Argentina: Dirección Nacional de Biodiversidad.
- Vaira, M., Akmentins, M., Attademo, M., Baldo, D., Barrasso, D., Barrionuevo, S., y otros (2012). Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina. *Cuadernos de herpetología*, pp. 131-159.
- Young, B., Stuart S., Chanson, J., Cox N., y Boucher, T. (Eds.). (2004). *Joyas que están desapareciendo: El estado de los anfibios en el nuevo mundo*. Virginia, Estados Unidos: Nature Serve.

*Propuesta didáctica: conociendo los sapos y ranas
de los arroyos serranos de Córdoba.*

1- ¡Encuentra la posición correcta!

En el siguiente juego, dibujen flechas para indicar el orden correcto del ciclo de vida de un sapo o rana. Además, indiquen el nombre de cada etapa. Si necesitan ayuda, vuelvan a leer la descripción de los sapos y ranas en las primeras páginas.



2- Biodiversidad de sapos y ranas

En esta actividad, identifiquen los sapos y ranas que habitan en Villa Cañada del Sauce y encuentren su nombre común en la sopa de letras. Si necesitan ayuda con el nombre común del sapo o rana pueden leer la ficha descriptiva que se encuentra en el anexo, al final de este capítulo.

Sopa de letras

Encuentra las especies de sapos y ranas que viven en Villa Cañada del Sauce



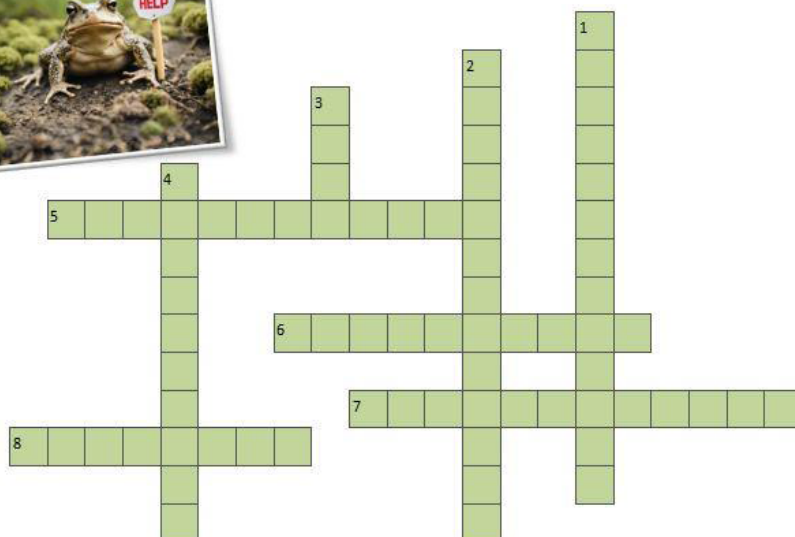
T	M	R	P	S	O	F	U	V	S	L	I	E	P
T	A	C	U	R	A	L	E	O	A	D	F	R	P
T	N	I	E	H	R	P	A	C	L	I	E	S	N
B	M	C	R	A	L	N	O	E	F	T	P	O	N
T	L	I	C	A	O	E	S	C	A	T	N	G	O
R	E	A	U	R	N	C	R	R	O	G	O	A	P
E	E	L	O	I	M	A	O	F	D	M	A	E	N
P	B	L	A	U	G	D	T	I	Y	D	U	T	E
A	L	L	C	U	A	A	Y	O	U	D	O	N	R
D	C	M	E	V	I	A	L	C	R	C	T	B	O
O	U	I	L	E	C	S	I	R	O	O	L	D	A
R	C	I	B	E	V	C	U	T	C	X	N	R	L
A	S	G	P	A	O	D	I	L	R	O	U	M	B
P	F	T	O	H	W	R	N	C	E	A	M	K	F
T	O	C	I	R	P	A	H	S	I	O	C	R	N

3- Amenazas

Piensen en las amenazas que enfrentan los sapos y ranas en su hábitat. Luego, completen el crucigrama respondiendo con una sola palabra. Si necesitan ayuda vuelvan a leer las primeras páginas del capítulo.



Las AMENAZAS para los ANFIBIOS



Horizontalmente

5. Construcción de ciudades que quita espacio a los animales.
6. Problemas de salud que pueden matar a los anfibios.
7. Químicos que matan insectos, pero también dañan a otros animales.
8. Llegada de especies que no son nativas.

Verticalmente

1. Sustancias dañinas en el agua, suelo y/o aire.
2. Aumento de la temperatura de la Tierra.
3. Cuando las personas atrapan o matan animales.
4. Práctica de tener animales silvestres como mascotas en un hogar.

Anexo.

Material complementario para el reconocimiento de sapos y ranas

Ficha Número 1



Nombre común: Sapo común

Nombre científico: *Rhinella arenarum*

Características morfológicas

El sapo común tiene un tamaño que varía entre 8 y 12 centímetros, siendo las hembras de mayor tamaño que los machos. Su cabeza es levemente cóncava, con el hocico redondeado, crestas cefálicas y ojos prominentes. Presenta un tímpano visible y redondeado, y su piel es gruesa, con numerosas verrugas. La coloración dorsal del macho es parda o verdosa, mientras que la hembra es grisácea o parda brillante, con grandes manchas pardas o verde oscuro. Sus patas delanteras son cortas, con cuatro dedos sin membrana, y las patas traseras tienen cinco dedos, con una membrana interdigital incompleta.

¿Dónde lo encontramos?

Este sapo habita en una amplia variedad de hábitats, incluyendo ambientes costeros, bosques tropicales y subtropicales, regiones montañosas, estepas, monte y espinal, encontrándose tanto en ambientes naturales como en áreas urbanas y periurbanas. Los adultos son mayormente nocturnos y, durante el día, tienden a ocultarse en refugios naturales, como rocas, cañerías o bajo tierra, lo que hace difícil su observación. Son los primeros sapos en emerger después del invierno, dirigiéndose a cuerpos de agua como lagunas, ríos y arroyos para cantar y atraer a las hembras.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Sus huevos son de color oscuro, casi negros, y se colocan en orden serial dentro de un cordón gelatinoso, que es depositado en el fondo del cuerpo de agua (figura 4 A). Los renacuajos también son de color oscuro, casi negros, con una cola de extremo redondeado. Generalmente, se encuentran en el fondo del agua, alimentándose de material vegetal (figura 5 C).

Ficha Número 2



Nombre común: sapito de colores

Nombre científico: *Melanophryniscus stelzneri*

Características morfológicas

Es un sapo de tamaño pequeño, entre 2 y 3 centímetros, siendo las hembras generalmente de mayor longitud que los machos. El cuerpo es robusto, con el dorso y vientre cubiertos de verrugas. Su color es negro, con manchas amarillas en el dorso y manchas rojas y amarillas en el vientre.

¿Dónde lo encontramos?

Es un pequeño sapo de hábitos diurnos, que se encuentra en cuerpos de agua efímeros, de poca profundidad y con abundante vegetación, cercanos a arroyos serranos, conocidos como mallines.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Las puestas son depositadas en pequeños cuerpos de agua adheridos a la vegetación sumergida. Los huevos son de color negro. Los renacuajos se caracterizan por coloración castaño oscuro en dorso y cola, con el vientre transparente.

Ficha Número 3



Nombre común: Ranita trepadora serrana

Nombre científico: *Boana cordobae*

Características morfológicas

El adulto tiene un tamaño mediano, de 4 a 6 centímetros. Presenta una gran variedad de colores, que van desde el amarillento, marrón o verde, hasta tonalidades doradas o metálicas.

¿Dónde la encontramos?

Habita en los márgenes de arroyos y ríos serranos, entre pajonales y vegetación periacuática. Es común encontrarla sobre piedras durante las horas de mayor insolación. Esta especie emite su canto desde la vegetación de la orilla o, a veces, parcialmente sumergida en el agua (figura 2 C).

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos son oscuros y están rodeados por una masa gelatinosa, que se adhiere a la vegetación sumergida y enraizada. Los renacuajos tienen el dorso y los flancos de color marrón con manchas más oscuras. Los ojos están posicionados lateralmente y presentan dos manchas blancas detrás de ellos. El vientre es oscuro en la parte anterior y nacarado en la parte posterior. La aleta caudal está muy desarrollada, con grandes manchas y una punta aguda.

Ficha Número 4



Nombre común: Rana llorona

Nombre científico: *Physalaemus biligonigerus*

Características morfológicas

El tamaño de esta rana oscila entre 3 y 4 centímetros. Se caracteriza por una cabeza ancha y triangular, con un hocico redondeado y corto, y un tímpano poco visible. Su dorso es de color gris parduzco o verdoso, y presenta glándulas inguinales notables. Los machos se distinguen por su canto mientras flotan en aguas poco profundas (figura 2 D).

¿Dónde la encontramos?

Tiene hábitos terrestres, principalmente nocturnos, y se encuentra en cuerpos de agua permanentes o temporales, donde las parejas construyen nidos de espuma flotante para depositar los huevos.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos, de color crema, son depositados en nidos de espuma de forma esférica y pequeño tamaño (figura 4 C), donde los renacuajos pasan sus primeros días antes de completar su metamorfosis en el agua. Los renacuajos tienen un cuerpo redondeado, de color grisáceo y sin manchas.

Ficha Número 5



Nombre común: Rana hociuda o ranita rayada

Nombre científico: *Leptodactylus gracilis*

Características morfológicas

Esta rana alcanza un tamaño adulto de 4 a 5 centímetros. Tiene un aspecto grácil, con una cabeza triangular, hocico puntiagudo y un tímpano grande y visible al costado de la cabeza. Su color varía entre marrón amarillento y verdoso, con cinco líneas claras, siendo la línea vertebral que se extiende hasta la altura de los ojos. Las patas posteriores son largas y robustas, con líneas longitudinales claras.

¿Dónde la encontramos?

Se puede encontrar tanto de día como de noche en los pastizales, oculta debajo de troncos, rocas y hojas, o en cuevas subterráneas que construye para reproducirse, cerca de los cuerpos de agua.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos son depositados en nidos de espuma dentro de las cuevas que construyen los machos. Los renacuajos tienen un cuerpo redondeado, con un color tornasolado y tonalidad gris amarronada.

Ficha Número 6



Nombre común: Rana silbadora o rana de las cunetas

Nombre científico: *Leptodactylus latinasus*

Características morfológicas

Los adultos alcanzan un tamaño final de entre 3 y 4 centímetros. Tienen un hocico redondeado y puntiagudo. La parte dorsal del cuerpo es verrugosa, de color amarronado, con manchas oscuras.

¿Dónde las encontramos?

Estos individuos son terrestres y de hábitos cavícolas, activos desde el atardecer hasta la noche. Generalmente, se encuentran ocultos bajo troncos caídos, escombros o en cuevas.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos, de color blanquecino, son depositados por la hembra en nidos de espuma dentro de las cuevas. Los renacuajos eclosionan en las cuevas cercanas al cuerpo de agua, y son arrastrados por las fuertes lluvias hacia cuerpos de agua temporales o permanentes. Su identificación en el campo es difícil debido a su semejanza en tamaño y color con otras especies de ranitas, como la de bigotes o la rayada.

Ficha Número 7



Nombre común: Rana de bigotes

Nombre científico: *Leptodactylus mystacinus*

Características morfológicas

El tamaño del cuerpo adulto varía entre 5 y 6 centímetros de longitud. Tienen una cabeza ancha y un hocico redondeado, desde el cual se extiende una banda oscura, llamada bigote, que llega hasta el ojo. El dorso es liso, de color pardusco o rojizo, con cadenas glandulares oscuras en los flancos.

¿Dónde las encontramos?

Son terrestres y de hábitos nocturnos. Generalmente, los machos se encuentran en cuevas de unos 15 cm de profundidad, que construyen para la reproducción.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos se depositan en nidos dentro de la cueva, donde los renacuajos eclosionan y pasan sus primeros días. Cuando el nivel del agua aumenta debido a las precipitaciones abundantes, los renacuajos son arrastrados hacia el exterior.

Los renacuajos tienen una forma redondeada y un color algo más claro que el de la ranita rayada y la ranita silbadora, aunque su identificación en la naturaleza puede ser difícil.

Ficha Número 8



Nombre común: Rana criolla

Nombre científico: *Leptodactylus luctator*

Características morfológicas

Los adultos alcanzan un tamaño máximo de 12 a 14 centímetros. Su coloración es verdosa o amarronada, con líneas longitudinales y manchas redondeadas de color marrón oscuro, bordadas de claro. Una mancha triangular entre los ojos es una característica distintiva que permite diferenciarlas.

¿Dónde la encontramos?

Habita diversos cuerpos de aguas temporales y permanentes.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos, de color negro, son depositados en un nido de espuma flotante en forma de anillo, construido por el macho al batir una sustancia albuminosa con sus patas. Este nido tiene un orificio central donde la hembra permanece para cuidar los huevos y los renacuajos. Los renacuajos, de gran tamaño y color oscuro casi negro, suelen encontrarse agrupados en grandes cantidades.

Ficha Número 9



Nombre común: Rana de flancos manchados

Nombre científico: *Pleurodema tucumanum*

Características morfológicas

Tienen un tamaño aproximado de 4 centímetros y un cuerpo de forma redondeada, con una cabeza ancha y un hocico ligeramente trunco. En los costados del cuerpo se observan manchas dispersas de menor tamaño, además de una pequeña mancha ovalada y más clara ubicada en la región dorsal cercana a la cabeza.

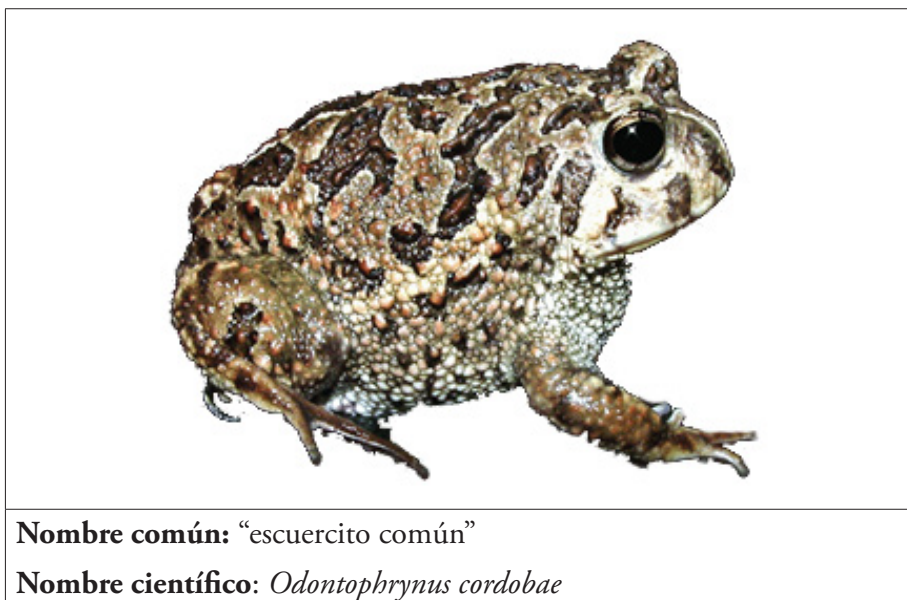
¿Dónde la encontramos?

Tiene hábitos terrestres y cavadores, siendo más activa durante las épocas de lluvias abundantes, en cuerpos de agua temporales como charcos y lagunas.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

La hembra deposita sus huevos de color marrón claro en nidos de espuma flotantes ubicados en pequeños charcos. Los renacuajos tienen un cuerpo ovalado y relativamente ancho. Su coloración se caracteriza por un dorso y una cola moteados con puntos negros.

Ficha Número 10



Características morfológicas

En esta especie, los machos miden entre 5 y 6 centímetros, mientras que las hembras son más grandes, alcanzando entre 6 y 7 centímetros. Tienen un cuerpo redondeado, con patas delanteras y traseras cortas. Su coloración es pardusca, con una línea vertebral clara y bien definida. Además, presentan numerosas verrugas oscuras, incluyendo algunas alargadas que se ubican detrás de los ojos.

¿Dónde las encontramos?

Tienen el hábito de cavar pequeñas cuevas de hasta 10 cm de profundidad. Durante las épocas de lluvia, están activos al atardecer y durante la noche (figura 2 B), cerca de cuerpos de agua temporales y permanentes. También es común verlos en piletas y estanques dentro de áreas urbanas.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Los huevos, de color negro, son depositados por las hembras en el fondo del cuerpo de agua, donde quedan sueltos (figura 4 D). Los renacuajos tienen una forma redondeada, con el dorso de color marrón y el vientre transparente salpicado de pequeños puntos blancos.

Ficha Número 11



Nombre común: Rana toro

Nombre científico: *Aquarana catesbeiana*

Características morfológicas

Es una especie de gran tamaño, que puede medir entre 10 y 20 centímetros y pesar entre 60 y 1000 gramos. Su color dorsal varía entre verde claro, oliva y café verdoso, generalmente con manchas verdes o cafés. Tiene una cabeza ancha y plana, con un pliegue de piel que se extiende detrás de cada ojo hasta el tímpano, el cual es grande y visible. Sus patas traseras presentan manchas oscuras en forma de barras, y sus dedos están conectados por membranas interdigitales.

¿Dónde la encontramos?

Esta rana es originaria de América del Norte y fue introducida en numerosos países, incluida Argentina. En nuestro país, llegó alrededor de 1980 con el propósito de ser utilizada como producto alimenticio, una actividad que no tuvo éxito económico. Tras el fracaso de estos emprendimientos, muchos ejemplares de los criaderos fueron liberados en la naturaleza, lo que permitió que se expandieran rápidamente por los ecosistemas nativos de distintas regiones, convirtiéndose en una amenaza para la conservación de las especies autóctonas. Su hábitat natural son cuerpos de agua permanentes y estancados con abundante vegetación, aunque en nuestra región

también se la encuentra en diversos ambientes, como ríos y arroyos serranos.

¿Cómo son sus huevos y renacuajos?

Las hembras depositan sus huevos en el agua formando un nido de espuma flotante. Los renacuajos son grandes, alcanzando entre 15 y 18 centímetros de longitud (figura 5 B). Tienen un cuerpo redondeado, una cola larga y robusta, y presentan un color grisáceo con pequeños puntos negros.

Vuelos que conectan: diversidad y roles ecológicos de las aves en los paisajes del Río Quillín

Pablo Brandolin¹, Gabriel Espósito^{2,3}, Marta Diez³ y Martín Barchiesi¹

¿Por qué las aves?

Las aves a través de los tiempos han ocupado un lugar especial en las culturas humanas, siendo uno de los grupos de animales que más han aportado al conocimiento de la naturaleza y en especial a la ciencia. Ya Aristóteles en su libro *History of Animals* publicado en el siglo IV a.c. dedica una parte significativa del mismo al estudio de las aves, sentando las bases para la ornitología como disciplina. Las aves siempre han capturado nuestros corazones, despertado nuestra curiosidad e inspirado un profundo sentido de asombro. Podemos solamente maravillarnos con la diversidad y la belleza de sus formas, pero las aves también alimentan fascinaciones que nos llevan a investigaciones científicas más profundas sobre sus variadas formas de vida (Winkler *et al.*, 2015). Ya sea estudiantes interesados en la

1 Grupo de Ornitología, Biodiversidad Animal II. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

2 Facultad de Agronomía y Veterinaria, UNRC.

3 Integrante de la ONG Monterita del Quillín.

ornitología como observadores de aves recreativos o científicos de carrera, todos encuentran en ellas diversos aspectos para estudiar, aprender y apreciar. Sus extraordinarias adaptaciones físicas y de comportamiento, su rica historia evolutiva y su presencia global las convierten en uno de los grupos faunísticos más estudiados (Winkler *et al.*, 2015).

Uno de los aspectos más maravillosos de las aves es su capacidad para habitar casi todos los ecosistemas del mundo, incluso debiendo mantener una temperatura corporal interna más alta que la de los humanos, logran sobrevivir en entornos que van desde la tundra ártica hasta el duro hielo antártico, pasando por cimas de montañas cubiertas de niebla, desiertos áridos, bosques tropicales y alta mar (Lovette y Fitzpatrick, 2016). También habitan en las ciudades más urbanizadas, en plazas o en los simples patios de nuestras casas, las aves están siempre presentes. Este contacto cotidiano con ellas nos ofrece una oportunidad única para comprender muchos aspectos del mundo natural y nuestra relación con él. Por otro lado, su diversidad y capacidad para ocupar distintos hábitats las convierten en un recurso invaluable para fomentar el turismo ecológico, generando beneficios económicos y educativos para las comunidades locales.

Las aves cumplen importantes roles en la naturaleza, algunas cazan insectos entre las hojas, otras consumen frutos y dispersan semillas, y muchas son polinizadoras. Por ejemplo, especies como los colibríes no solo embellecen los paisajes con sus colores vibrantes, sino que también contribuyen directamente a la reproducción de las plantas. En términos reproductivos, las aves muestran comportamientos tan variados como sus funciones ecológicas, desde rituales de cortejo intrincados hasta la construcción de nidos que varían en forma y complejidad. Algunas migran miles de kilómetros para aprovechar recursos estacionales, creando vínculos vivos entre continentes y hemisferios. Este extraordinario comportamiento migratorio resalta no solo sus adaptaciones fisiológicas, sino también la importancia de los corredores biológicos para su conservación.

Aves y sus conexiones

Las aves además de deleitarnos con su belleza, desempeñan un papel crucial como indicadores ecológicos (Villareal *et al.*, 2006; Brandolin *et al.*, 2016; Verga *et al.*, 2020; Aghababayan, 2024). Cada especie utiliza estrategias únicas para alimentarse y reproducirse, desempeñando roles esenciales en los ecosistemas que habitan. Por ejemplo, en el contexto del río Quillin-

zo (Calamuchita, Córdoba) y su entorno, las aves actúan como conectores ecológicos al movilizarse entre diversos hábitats, facilitando procesos clave como la polinización de plantas (Gómez, 2002) y la dispersión de semillas (Dellafiore y Brandolin, 2023). Estos procesos no solo aseguran la regeneración y perpetuación de los ecosistemas, sino que también contribuyen a la estabilidad y resiliencia de las comunidades del bosque. Además, y no menos importante, las aves desempeñan un papel importante en el control de plagas, alimentándose de insectos u otros animales que pueden afectar tanto a cultivos, bosques naturales como al hombre (Sekercioglu *et al.*, 2016). Por su alta movilidad y la diversidad de nichos ecológicos que ocupan, las aves pueden responder rápidamente a los cambios ambientales, convirtiéndose de esta manera en indicadores sensibles de las alteraciones en la calidad de los ecosistemas, tanto a escala local como regional (Brandolin *et al.*, 2016).

A una mayor escala, la presencia de especies migratorias que conectan diferentes regiones geográficas a largas distancias refuerza su importancia como elementos que integran paisajes a niveles regionales y hasta continentales (Chesser 1994, Senner *et al.*, 2017, Cueto *et al.*, 2015). Por ejemplo, muchas especies de aves de más al norte visitan la cuenca del río Quillínz durante el verano austral para nidificar, y lo que aquí les ocurra repercute en toda su distribución geográfica. A su vez, la presencia o ausencia de ciertas especies de aves durante la temporada estival pueden ser indicadores del estado de conservación de sus áreas de invernada en regiones más al norte de Sudamérica. Al estudiar su presencia, comportamiento y abundancia (ver Espósito *et al.*, 2022, Barchiesi y Brandolin, 2024) podemos obtener información clave sobre la salud ambiental y las dinámicas ecológicas de la región. De esta manera se ha demostrado cómo las aves pueden reflejar tanto la salud de los ecosistemas locales como dinámicas más amplias de conservación en el hemisferio sur.

Importancia ornitológica de la región

Villa Cañada del Sauce, se encuentra situada en la cuenca del Río Saladillo en las Sierras de Comechingones, casi al pie de las Sierras Grandes, a 32° 20' S y 64° 8' O, a 750 m sobre nivel del mar y a 32 km al oeste de la localidad de Berrotarán (Figura 1). Es una localidad serrana que combina fuertes hibridaciones culturales en un ambiente casi prístino desarrollada a lo largo del río Quillínz, ya que el loteo original se distribuyó aprovechando

el río como principal recurso natural e importante atracción turística por sus aguas transparentes y su abundante caudal: “no hay recuerdos de sequía que lo haya vaciado por completo” (Pardo, 2023).

Inmersa en la región biogeográfica del Chaco Serrano, considerada uno de las más extensas áreas forestales de Argentina (FVSA, 2025), conforma un ecosistema que combina elementos únicos de montes bajos, matorrales xerófilos y bosques perennifolios (Arana *et al.*, 2021). Los tipos de hábitats identificados en Villa Cañada del Sauce incluyen monte bajo dominado por especies como el espinillo (*Vachellia caven*) y el piquillín (*Condalia microphylla*), los bosques perennifolios donde predominan el tala (*Celtis ehrenbergiana*), molle de beber (*Lithraea molleoides*) y el coco (*Zanthoxylum coco*) y ambientes ribereños con vegetación densa, pastizales abiertos y áreas con intervención antrópica.

El Chaco Serrano se caracteriza por una rica composición de flora y fauna adaptada a condiciones de aridez y variaciones climáticas estacionales. El clima en la zona es templado con estaciones marcadas, con veranos cálidos e inviernos fríos. Las precipitaciones anuales oscilan entre los 600 y 900 mm, concentrándose principalmente en los meses estivales. Su relieve montañoso y la presencia de cursos de agua permanentes e intermitentes contribuyen a una gran heterogeneidad ambiental, lo que favorece la existencia de una rica diversidad de flora y fauna.

Estos hábitats proporcionan refugio, alimento y sitios de reproducción para una gran variedad de aves migrantes neotropicales y neárticas (Cordesido y Bilenca, 2004), pero de manera general, la avifauna del Chaco está compuesta por ensambles de distintas especies (Brooks, 1997), muchas también distribuidas fuera de esta región (Giraudó *et al.*, 2006). Esta combinación de especies subraya la importancia del Chaco Serrano como refugio para la biodiversidad, particularmente en un contexto actual de cambios ambientales acelerados.

Villa Cañada del Sauce destaca por ser una de las regiones más prístinas del Valle de Calamuchita, proporcionando refugio a numerosas especies que dependen de hábitats bien conservados. Sin embargo, esta región enfrenta desafíos significativos debido a la creciente presión de actividades humanas. El desarrollo urbanístico no planificado, la expansión de la cría de ganado bovino y la introducción de especies exóticas están alterando el equilibrio ecológico de la zona. La diversidad cultural mencionada previamente ha provocado la incorporación de vegetación exógena al ambiente

natural por parte de los inmigrantes en la zona urbana de la Villa y, por otro lado, se ha detectado un sobre uso de los recursos forrajeros mediante la cría de ganado vacuno en la zona rural circundante. Ambas condiciones suponen una amenaza a la vegetación prístina y a la perdurabilidad de este ecosistema. Según estudios recientes (Barchiesi, 2025), el manejo adecuado de estas áreas es crucial para mitigar la pérdida de biodiversidad y preservar los servicios ecosistémicos que ofrecen. Además, la protección de estas áreas contribuye a la conectividad ecológica, facilitando el movimiento de especies y garantizando su supervivencia a largo plazo.

Aves como indicadores ambientales

Las aves han sido ampliamente reconocidas como muy buenas bioindicadoras debido a su sensibilidad a los cambios ambientales, su fácil detección y su conocimiento taxonómico bien documentado (Ramírez, 2000; Aghababayan, 2024). La presencia y abundancia de ciertas especies puede reflejar el grado de conservación o deterioro de un hábitat, así como su capacidad para sustentar una rica biodiversidad. Por ejemplo, una especie como el Fiofio Pico Corto (*Elaenia parvirostris*) ha demostrado ser indicadora de ambientes de alta calidad debido a su preferencia por hábitats bien conservados (Barchiesi, 2025).

Estudios de avifauna con robustas bases científicas son herramientas valiosas para evaluar la integridad ecológica de los paisajes. Por ejemplo, investigaciones realizadas en el contexto del río Quillínz, (ver Barchiesi, 2025) han relacionado índices de calidad del hábitat con la diversidad y composición de especies. Este enfoque no solo permite identificar áreas prioritarias para la conservación, sino que también proporciona datos que pueden guiar estrategias de manejo sostenibles con bases científicas en la región.

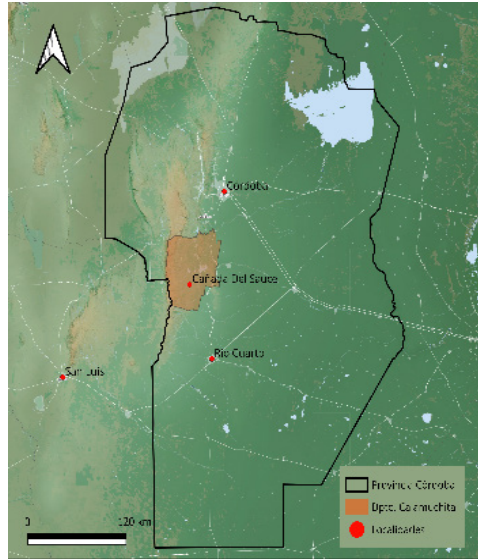
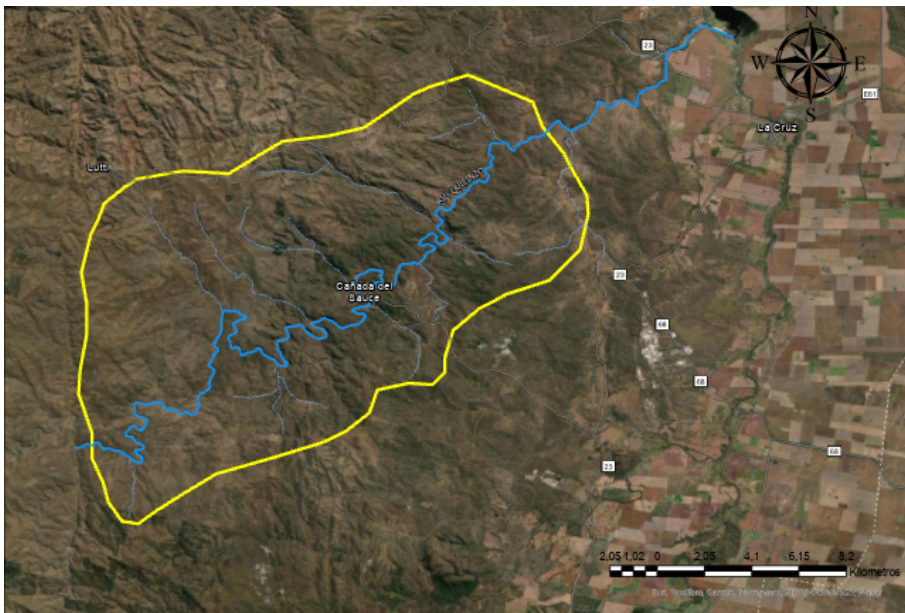


Figura 1. Área de estudio donde históricamente se realizaron los relevamientos de aves para la zona de la Villa Cañada del Sauce, Córdoba.

Estudios de avifauna en la región

En los últimos años, se han realizado diversos estudios científicos de aves en la zona, principalmente con el objetivo de explorar la riqueza y diversidad de aves presentes en Villa Cañada del Sauce (Figura 1). Estos datos contribuyen al conocimiento del papel esencial que las aves desempeñan en los paisajes del río Quillinzo, destacando su conexión con procesos ecológicos clave y la necesidad de garantizar su conservación a largo plazo. La región, al albergar una avifauna muy diversa, se posiciona de manera excelente como un área clave para la observación de aves (*Birdwatching* o *Birding* en inglés). Esta práctica en crecimiento a nivel mundial se identifica como un poderoso motor de actividades recreativas y ecoturísticas por generar beneficios económicos para las comunidades locales y también promover la conservación ambiental al sensibilizar a las personas sobre la importancia de proteger los hábitats.

Para el monitoreo de la avifauna, se han empleado una combinación de técnicas estándares utilizadas en estudios ornitológicos como también registros ocasionales de observadores de aves. Los métodos principales de relevamiento utilizados fueron:

1. Censos por puntos de radio fijo: se establecieron puntos de observación con un radio fijo (25 m aproximadamente), distribuidos de manera sistemática en distintos tipos de hábitats de la zona. En cada punto, se registraron todas las especies observadas y escuchadas durante un período de hasta 7 minutos. Esta metodología permite minimizar el solapamiento en la detección de individuos y facilita la estandarización de los datos.
2. Transectos lineales: se realizaron recorridos de aproximadamente 1 km de longitud, en los cuales se registraron las aves detectadas visual y auditivamente dentro de un ancho de faja máximo de 50 m. Este método complementa la información obtenida en los puntos de radio fijo, proporcionando datos sobre la variabilidad espacial en la distribución de las especies.

Las observaciones se realizaron principalmente durante la mañana posterior al amanecer (entre las 6 y 10:30 horas aproximadamente), período en el cual la actividad de las aves es máxima. Se utilizaron binoculares y grabadores de sonido para complementar la identificación de especies por sus vocalizaciones.

Adicionalmente se utilizaron registros históricos de especies registradas e informados en la plataforma digital Ebird.org (www.ebird.org). Estos datos se emplearon para complementar el listado general de las especies, pero no para los análisis detallados de abundancia y de comparaciones entre hábitats.

Para nombrar las especies de aves se siguió la clasificación taxonómica propuesta por Clements *et al.* (2024). Para la clasificación del grado de amenaza nacional de las aves se tuvo en cuenta la Categorización de las Aves de la Argentina (MAyDS y AA, 2017), y para el grado de amenaza a nivel global se tuvo en cuenta la IUCN Red List of Threatened Species (2025), consultado en www.iucnredlist.org. Para establecer el comportamiento migratorio de las aves, se tuvo en cuenta a Cueto *et al.* (2008).

En los estudios realizados se categorizaron a los diferentes ambientes presentes en el área según su grado de conservación en cuatro niveles: Bajo, Medio Bajo, Medio Alto y Alto (ver Barchiesi, 2025). Cada uno de estos sitios de muestreo fue relevado y se analizó la riqueza de especies mediante métodos de estimación basados en el índice de Shannon-Wiener, el cual permite medir la diversidad teniendo en cuenta tanto el número de especies como su abundancia relativa. Se realizaron comparaciones entre los diferentes ambientes para evaluar tendencias en la diversidad de aves según el grado de conservación de los sitios. Por último, en base en la especificidad y fidelidad de cada especie a los diferentes ambientes destacamos algunas que resultaron ser buenas indicadoras de la calidad del ambiente.

Diversidad de aves registrada (*hasta el momento*) ...

Para la zona de la Villa Cañada del Sauce se registraron *hasta el momento* un total de 149 especies de aves, pertenecientes a 20 órdenes y 40 familias (Anexo). Del total de especies de aves registradas, 34 se considera que presentan algún grado de comportamiento migratorio: 26 son visitantes estivales pertenecientes al sistema migratorio Templado-Tropical (*i.e.* especies que nidifican en el área de estudio y migran hacia latitudes tropicales húmedas para pasar el invierno austral), 5 visitantes invernales pertenecientes al sistema Frío-Templado (*i.e.* especies que nidifican en regiones frías del sur y centro de Argentina y pasan el invierno austral en el centro o norte del país), 3 presentan movimientos altitudinales estacionales y 8 especies aún no se conoce cómo son sus movimientos. Las restantes 107 especies son consideradas residentes durante todo el año para la Villa Cañada del

Sauce. Se registraron 11 especies que presentan asociaciones marcadas con ambientes acuáticos (Sirirí Pampa, Sirirí Colorado, Pato Cutirí, Pato Mai-cero, Pato Barcino, Garza Bruja, Chiflón, Garcita Blanca, Garza Blanca, Garza Mora y Chiricote) utilizando los cursos de agua permanente y transitorios del área.

En cuanto a la abundancia y según los datos relevados por Barchiesi (2025), las especies más abundantes son generalmente la Paloma Manchada (*Patagioenas maculosa*), la Torcaza (*Zenaida auriculata*) y el Pepitero de Collar (*Saltator aurantiirostris*). A su vez, se han registrado diversas especies de picaflores, destacándose el Picaflor Cometa (*Sappho sparganura*), el Picaflor de Barbijo (*Helioaster furcifer*) y especialmente el Picaflor Verde (*Chlorostilbon lucidus*), el cual se encuentra en grandes cantidades. Estas aves juegan un rol fundamental como polinizadores en los ecosistemas, facilitando la reproducción de numerosas plantas con flores, incluidas muchas especies nativas. La presencia de estas especies refuerza la importancia de conservar los hábitats (en especial los nativos) arbolados y florales en la región, ya que estos no solo aseguran su supervivencia, sino también la salud y diversidad del ecosistema.

Relación entre calidad del hábitat y la diversidad de aves

La riqueza (*i.e.* la cantidad de especies distintas registradas para un sitio dado) según la calidad de los ambientes no varió demasiado en toda la Villa (alrededor de 60 especies), incluso los valores de diversidad de aves medidos a través del índice de Shannon-Wiener indican una alta diversidad en todos los sitios relevados, siendo mínimo en los sitios de calidad ambiental baja y máximos en los sitios de calidad ambiental alta. Esta elevada diversidad general registrada en estos últimos sitios está asociada a que coinciden con los remanentes de bosques considerados de alto valor de conservación (categoría I y II) por la Ley de ordenamiento territorial de bosque nativo N° 9814/2010.

Especies indicadoras

El estudio realizado por Barchiesi (2025) identificó especies clave que reflejan la calidad del hábitat. Especies como la Tacuarita Azul (*Poliophtila duminicola*), el Pepitero de Collar (*Saltator aurantiirostris*) y el Fiofío Pico Corto (*Elaenia parvirostris*) estuvieron asociadas con ambientes de alta calidad ambiental, destacando la importancia de la vegetación natural en su

conservación (Figura 2). En particular, el Fiofio Pico Corto, una especie migratoria estival, mostró preferencia por áreas con densa vegetación nativa, lo que resalta la necesidad de preservar estos espacios para su reproducción y nidificación. Por otro lado, especies como el Hornero (*Furnarius rufus*), el Tordo Renegrido (*Molothrus bonariensis*), el Arañero Corona Rojiza (*Myioborus brunniceps*), la Paloma Manchada (*Patagioenas maculosa*) y el Benteveo (*Pitangus sulphuratus*) fueron indicadoras de ambientes de baja calidad, caracterizados por menor cobertura de árboles nativos y una mayor presencia de especies exóticas (Figura 3). Estas especies tienen una alta plasticidad ecológica, lo que les permite habitar y adaptarse a entornos muy modificados, incluyendo zonas urbanizadas.



Figura 2. Especies asociadas a sitios de calidad ambiental alta. Arriba-izq: Tacuarita Azul (*Poliophtila dumicola*), Arriba-der: Pepitero de Collar (*Saltator aurantirostris*), Abajo: Fiofio Pico Corto (*Elaenia parvirostris*). Fotos: Gabriel Espósito.

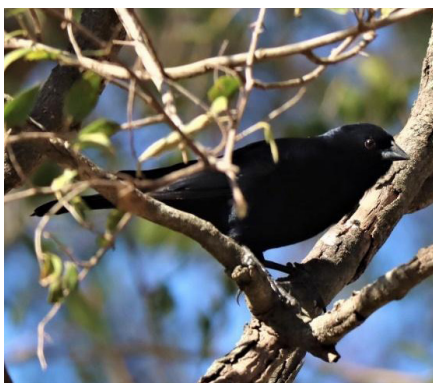


Figura 3. Especies asociadas a sitios de calidad ambiental baja. Arriba-Izq: Hornero (*Furnarius rufus*), Arriba-Der: Arañero Corona Rojiza (*Myioborus brunneiceps*), Centro-Izq: Benteveo (*Pitangus sulphuratus*), Centro-Der: Tordo Renegrido (*Molothrus bonariensis*), Abajo: Paloma Manchada (*Patagioenas maculosa*). Fotos: Gabriel Espósito.

Finalmente, otras especies como la Cotorra (*Myiopsitta monachus*), el Jilguero Dorado (*Sicalis flaveola*), la Torcaza (*Zenaida auriculata*) y el Zorzal Colorado (*Turdus rufiventris*) (Figura 4) mostraron afinidad con ambientes de calidad intermedia baja y otras 8 especies mostraron una tendencia a asociarse a ambientes de calidad intermedia alta. Estas variaciones en los ensambles de los sitios relevados reflejan la influencia diferencial (especie-específica) que generan las perturbaciones antrópicas en la estructura de las comunidades de aves.



Figura 4. Especies asociadas a sitios de calidad ambiental intermedia baja. Arriba-Izq: Cotorra (*Myiopsitta monachus*), Arriba-Der: Jilguero Dorado (*Sicalis flaveola*), Abajo-Izq: Torcaza (*Zenaida auriculata*), Abajo-Der: Zorzal Colorado (*Turdus rufiventris*). Fotos: Gabriel Espósito.

Especies de interés para la conservación

Dentro de la totalidad del ensamble registrado es importante destacar la presencia de especies de importancia (grado de amenaza, singularidad o rareza) como:

- **Cóndor Andino (*Vultur gryphus*):** El Cóndor Andino está clasificado como “Casi Amenazado” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2025) y “Amenazado” por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Aves Argentinas. Es una de las aves voladoras más grandes del mundo, con una envergadura que puede superar los 3 metros. Los adultos presentan un plumaje negro con un distintivo collar blanco alrededor del cuello y manchas blancas en las alas; los machos poseen una cresta carnosa en la cabeza (Figura 5). Esta especie es emblemática de la cordillera de los Andes y serranías centrales y desempeña un papel ecológico crucial como carroñero, ayudando a mantener los ecosistemas limpios. Las principales amenazas que enfrenta incluyen la pérdida de hábitat, envenenamiento y caza ilegal.





Figura 5. Cóndor Andino (*Vultur gryphus*). Fotos: Gabriel Espósito y Samuel Olivieri.

- **Carpintero Negro (*Dryocopus schulzii*):** El Carpintero Negro, está catalogado como “Cercano a la Amenaza” por la UICN (2025) y “Amenazado” por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Aves Argentinas. Es un ave grande, de aproximadamente 31 cm de longitud, con plumaje negro y una cresta roja prominente donde los machos presentan unas características mejillas rojas, mientras que las hembras negras (Figura 6). Se distingue por su fuerte llamado y tamborileo resonante en los troncos de los árboles. Es endémico de bosques subtropicales y secos en Argentina y Bolivia. Su singularidad radica en su dependencia de grandes árboles maduros para anidar y alimentarse, lo que lo hace especialmente vulnerable a la deforestación y degradación de su hábitat.

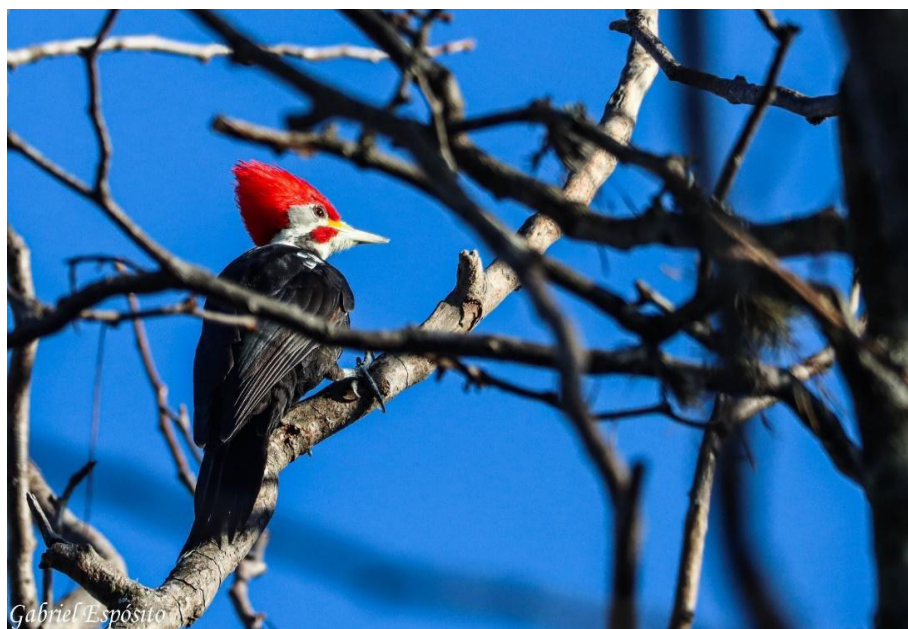
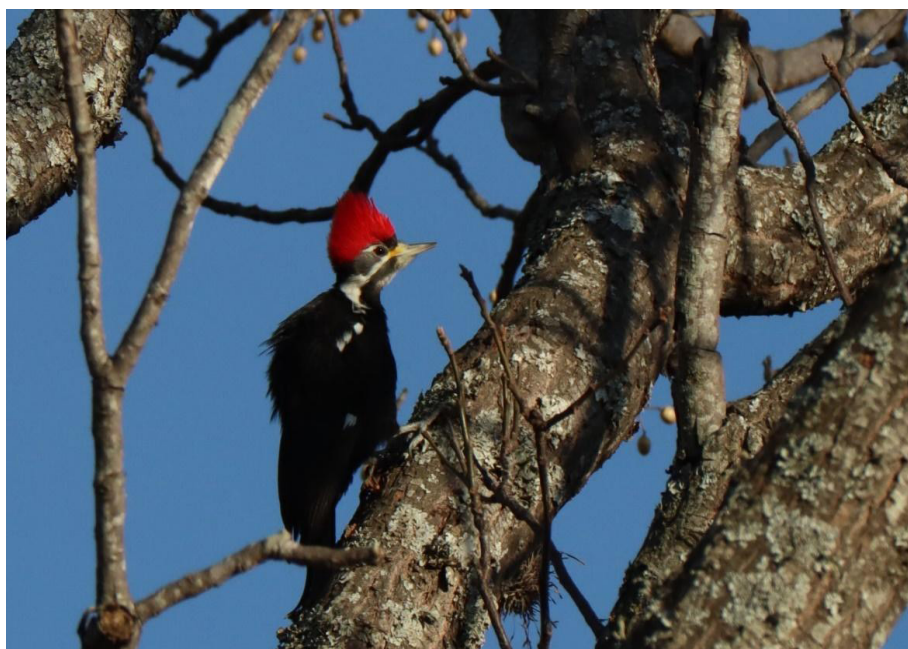


Figura 6. Carpintero Negro (*Dryocopus schulzii*), macho y hembra en foto superior e inferior respectivamente. Fotos: Gabriel Espósito.

- Chuña Patas Rojas (*Cariama cristata*): La Chuña Patas Rojas a pesar de estar clasificada como de “Preocupación Menor” es una especie típica de la zona. Es un ave grande, que mide alrededor de 90 cm de altura, con plumaje grisáceo, patas largas y rojas, y una cresta distintiva de plumas en la cabeza (Figura 7). Es conocida por su comportamiento terrestre y su capacidad para correr rápidamente. Habita en pastizales abiertos y sabanas en América del Sur. Una de sus singularidades es su dieta variada, que incluye insectos, pequeños vertebrados e incluso serpientes, a las cuales golpea contra el suelo antes de ingerir. Aunque actualmente no se considera amenazada, la pérdida de hábitat y la caza podrían representar riesgos en ciertas áreas.



Figura 7. Chuña Patas Rojas (*Cariama cristata*). Fotos: Gabriel Espósito.

- Halconcito Gris (*Spizapteryx circumcincta*): El Halconcito Gris está catalogado como “De preocupación menor” por la UICN pero “Vulnerable” a nivel nacional por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Aves Argentinas. Es un pequeño halcón de aproximadamente 30 cm de longitud, con plumaje gris claro en la parte superior y blanco en la inferior, y una distintiva

banda oscura en el pecho (Figura 8). Es endémico de las regiones áridas y semiáridas del centro-oeste de Argentina. Su singularidad reside en su comportamiento reproductivo, ya que anida en espacios cerrados como nidos de cotorras o cacholotes, a diferencia de la mayoría de los halcones que anidan en árboles o acantilados. Las principales amenazas para esta especie incluyen la pérdida y degradación de su hábitat debido a la expansión agrícola y el pastoreo intensivo.



Figura 8. Halconcito Gris (*Spizapteryx circumcincta*). Fotos: Gabriel Espósito.

La zona se distingue además por la presencia de dormideros de jotes (*Cathartes aura* y *Coragyps atratus*), que albergan más de 300 individuos, y por la abundancia de Reinamora Grande (*Cyanoloxia brissonii*), que a pesar de estar clasificada como de “Preocupación Menor” por la UICN (2025), es una especie ampliamente distribuida en Sudamérica, preferentemente en hábitats de bosques nativos. Su llamativo plumaje azul en los machos y marrón rojizo en las hembras (Figura 9), junto con su canto melodioso, la han convertido en un blanco frecuente del comercio ilegal de aves de jaula, lo que ha causado su desaparición en algunas regiones. Además, la pérdida y fragmentación de su hábitat representan una amenaza creciente para sus poblaciones. La implementación de estrategias de conservación y la regulación del tráfico ilegal son clave para garantizar su preservación a largo plazo.



Figura 9. Jote Cabeza Roja (*Cathartes aura*), Jote Cabeza Negra *Coragyps atratus*), Reinamora Grande (*Cyanocephalus brissonii*). Fotos: Gabriel Espósito.

Durante el invierno de 2021, la policía ambiental de Córdoba liberó en la zona de influencia de Villa Cañada del Sauce un total de 8 individuos, provenientes del Parque Ecológico Río Cuarto, de Reinamora Grande (*Cyanocephalus brissonii*). Para esta liberación se tuvo en cuenta el apropiado hábitat que ofrecía esta localidad y población de Reinamora Grande preexistente (Figura 10). Posteriormente en 2022 y 2023 se identificaron algunos individuos anillados lo cual asegura el éxito de la liberación como consecuencia de una correcta elección del sitio.



Figura 10. Operativo de la Policía Ambiental de liberación de Reinamora Grande (*Cyanoloxia brissonii*) en la zona de Villa Cañada del Sauce. Abajo se observa un macho de Reinamora Grande anillado 3 años después de la liberación. Fotos: Gabriel Espósito.

Importancia ecológica del área

La región de Villa Cañada del Sauce, enmarcada dentro de la cuenca del río Quillinzo, representa un enclave biogeográfico de gran valor ecológico dentro del Chaco Serrano. La elevada diversidad de especies registrada en este estudio, con un total de 149 especies de aves pertenecientes a 20 órdenes y 40 familias representa un 36,3% de la avifauna registrada para la provincia de Córdoba (eBird, 2025). Esto destaca la importancia de esta región como refugio para un variado ensamble de aves que refleja la heterogeneidad ambiental del área, donde se combinan bosques nativos perennifolios, montes bajos y ambientes ribereños, proporcionando una elevada diversidad de nichos ecológicos.

Dentro de este contexto, la presencia de especies migratorias que nidifican en la zona revaloriza la función del área como un eslabón clave en las rutas migratorias del hemisferio sur. La ocurrencia de visitantes estivales del sistema migratorio templado-tropical, así como de especies invernales del sistema frío-templado, resalta la importancia de la cuenca del río Quillinzo como un corredor biológico muy importante para la avifauna migratoria. Esto no solo evidencia la necesidad de conservar estos ambientes para la persistencia de especies locales y migratorias, sino también su rol como indicador de la calidad ambiental a nivel regional.

Comparado con otras áreas serranas de la provincia de Córdoba, la diversidad registrada en Villa Cañada del Sauce refuerza la relevancia del mantenimiento de los paisajes naturales como representantes de una región cada vez más transformada por actividades humanas, en especial la turística. La región no solo alberga especies emblemáticas como el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) y el Carpintero Negro (*Dryocopus schulzii*), sino que también mantiene poblaciones saludables de aves especialistas de hábitat, cuyo declive podría ser indicativo de alteraciones ecológicas más amplias.

Impacto de las actividades humanas

A pesar del relativo buen estado de conservación de la zona, la Villa Cañada del Sauce enfrenta diversas presiones antrópicas que podrían comprometer su biodiversidad en el mediano y largo plazo. Entre los principales impactos se destaca la urbanización no planificada (y su correspondiente modificación del hábitat natural) y la introducción de especies arbóreas exóticas, que modifican la estructura y composición de los hábitats naturales. Este avance de la urbanización ha llevado a una fragmentación progresiva del paisaje (Figura 11), reduciendo la conectividad entre los remanentes de bosque nativos. Este proceso no solo afecta la disponibilidad de refugios y recursos alimenticios para las aves, sino que también favorece la proliferación de especies generalistas y oportunistas como la Paloma Manchada (*Patagioenas maculosa*) y el Benteveo (*Pitangus sulphuratus*), en detrimento de especies especialistas.

Por otro lado, la introducción de especies exóticas de flora ha alterado la disponibilidad de recursos claves para muchas especies de aves. La sustitución de especies nativas por exóticas reduce la disponibilidad de alimento y sitios de nidificación, afectando especialmente a especies polinizadoras y

dispersoras de semillas. Por todos estos antecedentes, la comuna de Villa Cañada del Sauce ha propuesto un código de edificación que incorpora una normativa de preservación de la vegetación nativa mediante el listado de especies herbáceas, arbustivas y arbóreas que se prohíbe plantar, cuáles son las especies objetivo de sostener y demás normativas tendientes al mantenimiento del hábitat natural.



Figura 11. Tala ilegal por loteos en la zona de Villa Cañada del Sauce. Fotos: Gabriel Espósito.

¿Qué hacer de manera urgente?: Conservación y manejo sostenible

Para mitigar los impactos de las actividades humanas y garantizar la persistencia de la biodiversidad de aves en la Villa Cañada del Sauce, es fundamental implementar estrategias de conservación y manejo sostenible basadas en criterios científicos. Algunas acciones clave incluyen:

- **Protección de hábitats claves:** La creación de áreas protegidas y la implementación de corredores biológicos que conecten los fragmentos de bosque nativo son esenciales para mantener la conectividad del paisaje.
- **Restauración de ecosistemas:** La reforestación con especies nativas y la eliminación de especies exóticas invasoras contribuirán a la recuperación de los hábitats degradados.
- **Regulación del turismo y las actividades recreativas:** Es necesario promover prácticas de turismo sustentable, estableciendo normativas que minimicen el impacto sobre la fauna y los ecosistemas.
- **Monitoreo y participación comunitaria:** La recopilación de datos a largo plazo sobre las poblaciones de aves y la participación de la comunidad local en actividades de ciencia ciudadana, como la plataforma eBird, fortalecerán los esfuerzos de conservación.
- **Desarrollo de actividades vinculadas al ecoturismo, senderismo, observación de la naturaleza.** Concientización de la importancia de preservar ambientes naturales mediante charlas, jornadas, talleres, etc.

El Birdwatching como potencial ecoturístico y recreativo

La observación de aves, también conocida como birdwatching, es una actividad que consiste en identificar y registrar aves, ya sea mediante observación directa o a través de sus vocalizaciones. Es una práctica que ha crecido significativamente en los últimos años, impulsada por su sencillez y accesibilidad, ya que solo se requiere un par de binoculares, una guía de identificación y una libreta para comenzar. Este crecimiento es evidente tanto a nivel global, donde se estima que hay más de 78 millones de observadores de aves, como en Argentina, donde más de 30.000 personas se dedican a esta actividad en diversos ecosistemas, incluyendo parques nacionales y áreas urbanas (Ramírez, 2021). Además de ser una fuente de recreación, el birdwatching tiene una importancia crucial para la conservación, ya que fomenta la valorización y el cuidado de los ambientes naturales. A través de actividades como censos, programas de identificación y registros en plataformas como eBird, los observadores contribuyen al conocimiento científico y a la protección de las aves y sus hábitats. En un

contexto de pérdida acelerada de biodiversidad, esta actividad se posiciona como una herramienta clave para promover la sostenibilidad y sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de preservar los ecosistemas.

La observación de aves, o birdwatching, representa una oportunidad invaluable para fomentar el turismo sustentable en la Villa Cañada del Sauce. La combinación de un paisaje serrano bien conservado, una alta diversidad de especies y la presencia de aves carismáticas como el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), el Picaflor Cometa (*Sappho sparganurus*) y el Halconcito Gris (*Spiziapteryx circumcincta*), convierte a esta región en un destino atractivo para observadores de aves de todo el mundo.

El desarrollo del birdwatching como actividad ecoturística puede generar beneficios tanto ecológicos como socioeconómicos. Desde el punto de vista ambiental, la promoción del turismo basado en la naturaleza fomenta la conservación de los hábitats y la sensibilización sobre la biodiversidad local. A nivel económico, puede convertirse en una fuente de ingresos para la comunidad, incentivando la creación de emprendimientos locales como guías especializados, ecoalojamientos y senderos interpretativos.

Para potenciar esta actividad, se recomienda:

- Diseñar circuitos de observación de aves con estaciones estratégicas en distintos tipos de hábitats.
- Capacitar guías locales en identificación de aves y buenas prácticas para el turismo sustentable.
- Desarrollar material informativo (folletos, guías de aves, señalética) para los visitantes.
- Incentivar la participación en plataformas de ciencia ciudadana como eBird para fortalecer la investigación y el monitoreo de las poblaciones de aves.

El *birdwatching* no solo aporta valor recreativo y económico a la región, sino que también se erige como una herramienta clave para la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la Villa Cañada del Sauce tiene el potencial de posicionarse como un referente en la observación de aves en el valle de Calamuchita y en la región central de Argentina, atrayendo tanto a observadores experimentados como a nuevos entusiastas de la ornitología.

Es necesario resaltar que esta actividad puede ser considerada como una de las motivadoras para que vecinos de la Villa Cañada del Sauce hayan creado una organización no gubernamental como “Monterita del Quillinzo” que tiene como misión “Promover la conservación del ecosistema de la cuenca del Quillinzo a través de programas de educación y comunicación”.

Referencias bibliográficas

- Aghababayan, K. (2024). Birds as potential bioindicators for terrestrial ecosystems en *International Journal of Life Science Research Archive* 6, pp 001-022.
- Arana M., Natale E., Ferretti N., Romano G., Oggero A., Martínez G., y otros. (Eds.) (2021). Esquema Biogeográfico de la República Argentina. Tucuman, Argentina: *Fundación Miguel Lillio*.
- Barchiesi, M., y Brandolin P.G. (2024). Aves indicadoras de calidad de bosque: un caso en las serranías centrales de Córdoba. Libro de resúmenes de la *XX Reunión Argentina de Ornitología* (p. 237). Córdoba. Argentina.
- Barchiesi, M. (2025) *Aves como indicadores de la Integridad Ecológica de los Bosques: Un caso de estudio en las serranías centrales de Córdoba* (Tesis de licenciatura en ejecución). UNRC, Río Cuarto, Argentina.
- Brandolin, P.G., Blendinger, P.G., y Cantero, J.J. (2016). From relict saline wetlands to new ecosystems: changes in bird assemblages. *Ardeola*, 63, pp 329-348.
- Brooks, D.M. (1997). Avian seasonality at a locality in the central Paraguayan Chaco. *Hornero*, 14, pp. 193-203.
- Chesser, R.T. (1994). Migration in South America: an overview of the austral system. *Bird Conserv. Int.*, 4, pp. 91-107.
- Clements, J.F., Rasmussen P.C., Schulenberg T.S., Iliff M.J., Fredericks, T.A., Gerbracht, J.A y otros (2024). The eBird/Clements checklist of Birds of the World: v2023.

- Codesido, M., y Bilenca, D. (2004). Variación Estacional de un Ensamble de Aves en un Bosque Subtropical Semiárido del Chaco Argentina. *Biotropica*, 36, pp. 544-554.
- Cueto, V.R., López de Casenave, J., y Marone, L. (2008). Neotropical austral migrant landbirds: population trends and habitat use in the central Monte desert, Argentina. *Condor*, 110, pp. 70-79.
- Cueto, V.R., Jahn A.E., Tuero D.T., y De Camargo Guaraldo A. (2015). Las aves migratorias de América del Sur: Nuevas técnicas revelan información sobre su comportamiento. *Ciencia Hoy*, 24, pp. 19-25.
- Dellafore, C.M., y Brandolin, P.B. (2023). Redes de dispersión de semillas por aves en la ecorregión del Espinal, Córdoba, Argentina. *El Hornero*, 38, pp. 65-72.
- eBird. (2025). eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application]. eBird, Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Disponible: <http://www.ebird.org>.
- Espósito, G., Diez, M., Ulla, D., García, V., Nuñez, C., y Brandolin, P.G. (2022). Avifauna de la cuenca del río Quillinzo, Calamuchita (Córdoba). Libro de resúmenes de la *XIX Reunión Argentina de Ornitología*. (p. 217). Chubut, Argentina.
- FVSA (Fundación Vida Silvestre Argentina). (2025). El Gran Chaco Americano. <https://granchaco.vidasilvestre.org.ar/>
- Giraud, L., Kufner, M., Torres, R., Tamburini, D., Briguera, V., y Gavier, G. (2006). Avifauna del bosque Chaqueño Oriental de la provincia de Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada*, 5, pp. 127-136.
- Gómez, J.M. (2002). Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, pp. 105-116.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2025). Red list of threatened species. World Conservation Union, Cambridge. URL: <http://www.iucnredlist.org/>
- Lovette, I.J., y Fitzpatrick, J.W. (Eds.). (2016). *Handbook of Bird Biology (third edition)*. The Cornell Lab of Ornithology. New York, Estados Unidos. John Wiley y Sons.

- MAyDS y AA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentina) (2017). Categorización de las Aves de la Argentina (2015). Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de Aves Argentinas, edición electrónica. C. A. Buenos Aires, Argentina. 148 pp.
- Pardo, C. (Ed.). (2023). *Villa Cañada del Sauce: Compilación de relatos históricos y otros textos que caracterizan su cultura*. Córdoba, Argentina: Lago Editora.
- Ramírez Á. (2000). Utilidad de las aves como indicadores de la riqueza específica regional de otros taxones. *Ardeola*, 47, pp. 221-226
- Ramírez, R. (2021). *Potencial de las Sierras de las Peñas para desarrollar actividades de observación de aves como producto turístico* (Trabajo final de Técnico Superior en Turismo). Instituto Tecnológico de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Sekercioglu, C.H., Wenny, D., y Whelan, C.J. (Eds.). (2016). *Why Birds Matter: Avian Ecological Function and Ecosystem Services*. Chicago, Estados Unidos: University of Chicago Press.
- Senner, S.E., Andres, B.A., y Gates, H.R. (Eds.). (2017). *Estrategia de Conservación de las Aves Playeras de la Ruta del Pacífico de las Américas*. New York, EE. UU.: National Audubon Society.
- Verga, E.G., Galetto, L., y Peluc, S.I. (2020). Avian responses to forest fragmentation during the breeding and non-breeding seasons. *Ibis*, 162, pp. 1237-1250.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba S., Escobar, F., Fagua, G., Gast F., y otros (Eds.). (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Winkler, D.W., Billerman, S.M., y Lovette, I.J. (Eds.). (2015). *Bird Families of the World*. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.

Propuesta didáctica: Observación de aves en Villa Cañada del Sauce

Dirigida a: estudiantes de todos los niveles educativos, con las adaptaciones pertinentes según la edad, y con el acompañamiento de docentes, investigadores y observadores de aves.

Duración: 1 jornada (3-4 horas en total).

Objetivo General: Utilizando la observación de aves como actividad central y aprovechando la diversidad de especies presentes en la zona de Villa Cañada del Sauce, generar una actividad práctica innovadora para alumnos de nivel medio que fomente el conocimiento y la valoración de la biodiversidad local.

Introducción a las aves y su observación

Tal como se desarrolló en el capítulo “Vuelos que conectan: diversidad y roles ecológicos de las aves en los paisajes del Río Quillín”, las aves constituyen uno de los grupos de vertebrados más diversos y fascinantes de nuestro planeta. Su estudio y observación no solo representa una actividad recreativa, sino también es una gran herramienta educativa de gran valor para fomentar en los niños la conciencia ambiental, el respeto por la biodiversidad y generar multiplicadores al transmitir este cuidado y conocimiento a las familia y amigos.

La observación de aves es una actividad que cada día atrae a un mayor número de personas en el mundo y, aunque hace algunos años se consideraba reservada a turistas provenientes del exterior, hoy ha comenzado a captar la atención de personas que encuentran en ella una nueva forma de aproximarse a la naturaleza, contribuyendo al mismo tiempo con la conservación. El emplear transversalmente a las aves, que científicamente han sido y son muy estudiadas, ofrece una estrategia interesante e innovadora, pero fundamentalmente una herramienta de gran utilidad. Las aves son una buena herramienta de educación ambiental, ya que son fáciles de observar y están presentes en todos los ambientes, incluso en los urbanos.

En estas zonas se puede descubrir una gran cantidad de especies de aves y estudiar su interacción con la flora del lugar.

La educación ambiental es una herramienta muy poderosa a aplicar en el aula. De manera creciente comienza a imponerse el uso de estas actividades en los trayectos curriculares de educación formal a todos los niveles.

En este trabajo se propone generar un espacio de capacitación-acción donde alumnos de nivel secundario, acompañados por sus docentes y con investigadores ornitólogos, atraviesen un trayecto formativo y participativo en una actividad como es la observación de aves. A través de esta experiencia, se busca desarrollar habilidades científicas de observación y registro, al tiempo que se promueve la conciencia ambiental y la responsabilidad en la conservación de las aves y sus hábitats como un recurso irremplazable y frágil.

Actividad 1: Conceptos teóricos en el aula (45-60 minutos)

Objetivo: Junto a los docentes e investigadores invitados, apoyados con bibliografía, preparar a los alumnos para la salida de campo, brindando conocimientos básicos sobre aves y técnicas de observación.

Temas a abordar:

- Introducción a las aves y su importancia ecológica
- Características generales (plumas, picos, vuelo).
- Roles ecológicos: polinización, dispersión de semillas, control de plagas.
- Factores que afectan su conservación (pérdida de hábitat, contaminación).
- Reconocimiento de aves locales
- Presentación de especies comunes en Cañada del Sauce
- Escucha de cantos y llamadas con grabaciones.
- Técnicas de observación de aves, uso de binoculares, importancia del silencio y movimientos lentos.
- Registro de observaciones en cuaderno de campo o eBird.

Actividad 2: Salida de campo (2-3 horas)

Objetivo: Aplicar técnicas de observación de aves en un ambiente natural cercano al colegio.

Temas a abordar:

- Inicio de la actividad
- Explicación de normas de conducta en la naturaleza.
- Organización en grupos pequeños (2-3 alumnos por binoculares).
- Observación guiada
- Identificación visual y auditiva de especies.
- Registro de comportamiento, hábitat y número de individuos.
- Uso de guías de campo y aplicaciones móviles (Merlín, eBird).
- Comparación de ambientes
- Observar diferencias entre áreas con vegetación autóctona y espacios urbanos.
- Reflexión sobre la biodiversidad y la influencia humana.

Actividad 3: Reflexión y Cierre (30-40 minutos)

Objetivo: Sistematizar los datos obtenidos y reflexionar sobre la importancia de la conservación de las aves y los hábitats que utilizan en el contexto ambiental de Villa Cañada del Sauce.

Temas a abordar:

- Discusión en grupo sobre los resultados obtenidos (15 min)
- ¿Cuáles fueron las especies más comunes?
- ¿Qué diferencias encontraron entre los hábitats?
- Actividad creativa (20 min)
- Elaboración de afiches con dibujos y descripciones de las aves observadas.
- Juego de identificación de cantos o imágenes sin nombres.
- Cierre y compromiso ambiental (10 min)
- Reflexión sobre la importancia de proteger los hábitats locales.
- Propuesta de acciones para favorecer la conservación de aves en la comunidad.

Conceptos a tener en cuenta para la preparación de la actividad

- ***Patrones de actividad***

El ciclo diario de las aves está marcado por patrones de actividad específicos. La mayoría de las especies presentan actividad diurna, es decir, durante el día. Mientras que, en menor medida, otras especies presentan actividad nocturna como los búhos y lechuzas, de las cuales podemos encontrar en Cañada del Sauce al Alilicucú común (*Megascops choliba*), el Caburé Chico (*Glaucidium brasilianum*) y el Lechuzón Orejado (*Asio clamator*).

Si bien a las aves diurnas se las puede observar y/o escuchar durante todo el día, estas presentan dos picos de actividad:

- Primer pico: al amanecer, cuando inician su búsqueda de alimento y marcan territorio.
- Segundo pico: al atardecer, antes de buscar refugio para pasar la noche.

Estos momentos son ideales para la observación, ya que las aves se muestran más activas y vocales.

- ***Migración***

Otro aspecto fascinante de las aves es la migración. No todas las especies que se encuentran en Villa Cañada del Sauce permanecen en el mismo lugar durante todo el año. Algunas realizan desplazamientos estacionales, generalmente en busca de condiciones climáticas más favorables y mayor disponibilidad de alimento. Típicamente, llegan en verano para reproducirse y se marchan en invierno. Este comportamiento migratorio es una adaptación extraordinaria que permite a las aves aprovechar recursos estacionales en diferentes regiones geográficas, a veces separadas por miles de kilómetros.

- ***Vocalización y comunicación***

Cada especie de ave posee cantos y llamadas que son característicos y nos permite su identificación incluso sin verlas. Esta comunicación puede cumplir diferentes funciones según si se trata de un canto, una llamada y de la época del año o ciclo de vida del ave. Estas pueden ser:

- Defensa territorial
- Atracción de pareja, en época reproductiva.
- Llamada de peligro, que sirve tanto para alertar individuos de la misma especie como de otras especies.
- Comunicación entre padres y crías
- Cohesión de grupos, más común en invierno cuando se forman las bandadas mixtas.

Aprender a reconocer estos sonidos es una habilidad valiosa para cualquier observador de aves, ya que muchas veces podremos identificar su presencia mucho antes de poder verlas.

• *Equipamiento para la observación*

Aunque la observación de aves puede realizarse sin equipamiento específico, se recomienda tener en cuenta determinadas herramientas que nos pueden facilitar el proceso de identificación:

- Binoculares (idealmente 1 cada 2-3 alumnos).
- Guías de campo o aplicaciones móviles (Merlin app, Aves Argentinas app, eBird app).
- Cuadernos y lápices para el registro.
- Botellas de agua, protector solar y sombrero.
- Ropa cómoda y calzado adecuado.
- Lista de verificación de especies locales.
- Cámaras fotográficas.

El uso adecuado de estos elementos mejora significativamente la experiencia de observación y permite un registro más preciso de los avistamientos.

Las aplicaciones móviles mencionadas proveen una forma rápida de acceder a información básica sobre la ecología de la especie de interés, su distribución, fotos y cantos y llamadas para poder compartir en el aula o corroborar observaciones a campo.

- ***Importancia ecológica***

Las aves desempeñan roles ecológicos fundamentales como son la:

- Polinización: muchas plantas dependen de picaflores y otras especies para su reproducción.
- Dispersión de semillas: contribuyen a la regeneración de bosques y la distribución de especies vegetales.
- Control de poblaciones de insectos: ayudan a mantener el equilibrio del ecosistema.
- Indicadores ambientales: su presencia o ausencia puede indicar la salud de un ecosistema.

Se pueden identificar diferentes formas de picos según las especies, que nos permite saber la alimentación de dicha especie y su rol ecológico como, por ejemplo, insectívoros, granívoros, nectarívoros etc.

- ***Conservación***

En lo que respecta a la conservación, el factor desencadenante es la pérdida de hábitat, afectando directamente a la avifauna del lugar y demás especies. Esta pérdida de hábitat surge por intereses humanos hacia la utilización de dichas tierras y sus recursos con diferentes propósitos como lo es la extracción de leña, plantas medicinales o la caza. Además, podemos encontrar que la utilización de estos suelos viene con el fin de la expansión urbana, aumento de las tierras cultivables, construcción de parques industriales, entre otros, provocando de alguna forma contaminación al medio ambiente. Educar a las nuevas generaciones sobre la importancia de proteger estos animales y el medio natural que utilizan es fundamental para garantizar su futuro.

La pérdida de especies es causada principalmente por la pérdida de hábitats, esta regla general también se observa en nuestra región donde las áreas con vegetación autóctona albergan mayor diversidad de especies que las zonas urbanas, encontrando especies generalistas en la urbe y especialistas en las zonas de monte nativo.

Anexo

Listado sistemático e histórico de las especies de aves registradas en la zona de la Villa Cañada del Sauce, Córdoba, Argentina. LC: Preocupación menor, VU: Vulnerable, NT: cercano a la amenaza, NA: No amenazada, AM: Amenazada, Res: Residente, ¿?: Desconocido, STT: Sistema Templado-Tropical, SFT: Sistema Frío-Templado, Alt: Altitudinal.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UICN	MA-yDS AA	Es-tatus Mi-gra-to-rio
Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	Tataupá Montaraz	LC	NA	Res
Tinamidae	<i>Nothoprocta cinerascens</i>	Inambú Montaraz	LC	NA	Res
Tinamidae	<i>Nothoprocta pentlandii</i>	Inambú Silbón	LC	NA	Res
Tinamidae	<i>Nothura darwinii</i>	Inambú Pálido	LC	NA	Res
Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	Inambú Campestre	LC	NA	Res
Anatidae	<i>Dendrocygna viduata</i>	Sirirí Pampa	LC	NA	Res
Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	Sirirí Colorado	LC	NA	Res
Anatidae	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Pato Cutirí	LC	NA	Res
Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato Maicero	LC	NA	Res
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato Barcino	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Bravía	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Patagioenas picazuro</i>	Paloma Picazuró	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Patagioenas maculosa</i>	Paloma Manchada	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Torcacita Picuí	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Yerutí Gris	LC	NA	Res
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Torcaza	LC	NA	Res
Cuculidae	<i>Guira guira</i>	Pirincho	LC	NA	Res
Cuculidae	<i>Tapera naevia</i>	Crespín	LC	NA	¿?
Cuculidae	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Cuclillo Canela	LC	NA	STT
Caprimulgidae	<i>Systellura longirostris</i>	Atajacaminos Ñañarca	LC	NA	¿?
Caprimulgidae	<i>Hydropsalis torquata</i>	Atajacaminos Tijera	LC	NA	¿?
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo de Collar	LC	NA	Res

Trochilidae	<i>Sappho sparganurus</i>	Picaflor Cometa	LC	NA	¿?
Trochilidae	<i>Helimaster furcifer</i>	Picaflor de Barbijo	LC	NA	¿?
Trochilidae	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Picaflor Verde	LC	NA	Res
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Chiricote	LC	NA	Res
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Tero	LC	NA	Res
Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasili- anum</i>	Biguá	LC	NA	Res
Threskiornithidae	<i>Theristicus caudatus</i>	Bandurria Boreal	LC	NA	Res
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Bruja	LC	NA	Res
Ardeidae	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Chiflón	LC	NA	Res
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garcita Blanca	LC	NA	Res
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza Blanca	LC	NA	Res
Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza Mora	LC	NA	Res
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor Andino	VU	AM	Res
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote Cabeza Negra	LC	NA	Res
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote Cabeza Co- lorada	LC	NA	STT
Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Esparvero Estriado	LC	NA	Res
Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Caracolero	LC	NA	Res
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Taguató	LC	NA	Res
Accipitridae	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	Aguilucho Alas Largas	LC	NA	Res
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho Ñanco	LC	NA	Res
Accipitridae	<i>Geranoaetus melano- leucus</i>	Aguila Mora	LC	NA	Res
Tytonidae	<i>Tyto furcata</i>	Lechuza de Cam- panario	LC	NA	Res
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Alilicucú Común	LC	NA	Res
Strigidae	<i>Glaucidium brasili- anum</i>	Caburé Chico	LC	NA	Res
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechucita Vizca- chera	LC	NA	Res
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín Pescador Grande	LC	NA	Res
Bucconidae	<i>Nystalus maculatus</i>	Durmilí	LC	NA	Res
Picidae	<i>Picumnus cirratus</i>	Carpinterito Barrado	LC	NA	Res

Picidae	<i>Melanerpes candidus</i>	Carpintero Blanco	LC	NA	Res
Picidae	<i>Dryobates mixtus</i>	Carpintero Bataraz Chico	LC	NA	Res
Picidae	<i>Campephilus leucopogon</i>	Carpintero Lomo Blanco	LC	NA	Res
Picidae	<i>Dryocopus schulzii</i>	Carpintero Negro	NT	AM	Res
Picidae	<i>Colaptes melanochloros</i>	Carpintero Real	LC	NA	Res
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	Carpintero Campestre	LC	NA	Res
Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	Chuña Patas Rojas	LC	NA	Res
Falconidae	<i>Spizapteryx circumcincta</i>	Halconcito Gris	LC	VU	Res
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Carancho	LC	NA	Res
Falconidae	<i>Daptrius chimango</i>	Chimango	LC	NA	Res
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halconcito Colorado	LC	NA	Res
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Plomizo	LC	NA	Res
Psittacidae	<i>Myiopsitta monachus</i>	Cotorra	LC	NA	Res
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus caeruleus</i>	Choca Corona Negruzca	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Drymornis bridgesii</i>	Chinchero Grande	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Lepidocolaptes angustirostris</i>	Chinchero Chico	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Tarphonomus certhioides</i>	Bandurrita Chaqueña	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	Hornero	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Leptasthenura platensis</i>	Coludito Copetón	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Anumbius annumbi</i>	Leñatero	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Coryphistera alaudina</i>	Crestudo	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Asthenes baeri</i>	Canastero Chaqueño	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Espartillero Serrano	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Cranioleuca pyrrhophia</i>	Curutié Blanco	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Pseudoseisura lophotes</i>	Cacholote Castaño	LC	NA	Res
Furnariidae	<i>Synallaxis albescens</i>	Pijuí Cola Parda	LC	NA	STT
Furnariidae	<i>Synallaxis frontalis</i>	Pijuí Frente Gris	LC	NA	STT
Cotingidae	<i>Phytotoma rutila</i>	Cortarramas	LC	NA	SFT

Tityridae	<i>Pachyramphus polychop-terus</i>	Anambé Negro	LC	NA	STT
Tityridae	<i>Pachyramphus validus</i>	Anambé Grande	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Hemitriccus margarita-ceiventer</i>	Mosqueta Ojo Dorado	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Hirundinea ferruginea</i>	Birro Colorado	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Piojito Silbón	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Suiriri suiriri</i>	Suirirí Gris	LC	NA	¿?
Tyrannidae	<i>Anairetes flavirostris</i>	Cachudito Pico Amarillo	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito Pico Negro	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Elaenia parvirostris</i>	Fiofío Pico Corto	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Elaenia spectabilis</i>	Fiofío Grande	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fiofío Silbón	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Serpophaga subcristata</i>	Piojito Tiquitiqui	LC	NA	¿?
Tyrannidae	<i>Serpophaga griseicapilla</i>	Piojito Trinador	LC	NA	¿?
Tyrannidae	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	Barullero	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Stigmatura budytoides</i>	Calandrita	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Myiophobus fasciatus</i>	Mosqueta Estriada	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Sublegatus modestus</i>	Suirirí Pico Corto	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Churrinche	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona Gris	LC	NA	Alt
Tyrannidae	<i>Xolmis irupero</i>	Monjita Blanca	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Agriornis micropterus</i>	Gaucha Pardo	LC	NA	SFT
Tyrannidae	<i>Agriornis murinus</i>	Gaucha Chico	LC	NA	SFT
Tyrannidae	<i>Myiarchus swainsoni</i>	Burlisto Pico Canela	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Benteveo	LC	NA	Res
Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Benteveo Rayado	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Empidonomus auran-tioatrocristatus</i>	Tuquito Gris	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suirirí Real	LC	NA	STT
Tyrannidae	<i>Tyrannus savana</i>	Tijereta	LC	NA	STT
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Juan Chiviro	LC	NA	Res
Vireonidae	<i>Vireo chivi</i>	Chiví Común	LC	NA	STT

Hirundini- dae	<i>Tachycineta leucorrhoa</i>	Golondrina Ceja Blanca	LC	NA	STT
Hirundini- dae	<i>Progne elegans</i>	Golondrina Negra	LC	NA	STT
Hirundini- dae	<i>Progne tapera</i>	Golondrina Parda	LC	NA	STT
Hirundini- dae	<i>Alopochelidon fucata</i>	Golondrina Cabeza Rojiza	LC	NA	STT
Poliptilidae	<i>Poliptila dumicola</i>	Tacuarita Azul	LC	NA	Res
Troglodyti- dae	<i>Troglodytes musculus</i>	Ratona	LC	NA	Res
Mimidae	<i>Mimus saturninus</i>	Calandria Grande	LC	NA	Res
Mimidae	<i>Mimus triurus</i>	Calandria Real	LC	NA	SFT
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	Zorzal Colorado	LC	NA	Res
Turdidae	<i>Turdus amaurochalinus</i>	Zorzal Chalchalero	LC	NA	Res
Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal Chiguanco	LC	NA	Res
Motacillidae	<i>Anthus hellmayri</i>	Cachirla Pálida	LC	NA	Res
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Cabecitanegra	LC	NA	Res
Passerellidae	<i>Rhynchospiza strigiceps</i>	Cachilo Chaqueño	LC	NA	Res
Passerellidae	<i>Ammodramus humeralis</i>	Cachilo Ceja Amarilla	LC	NA	Res
Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Leistes loyca</i>	Loica	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Icterus pyrrhopterus</i>	Boyerito	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	Tordo Pico Corto	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo Renegrido	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Agelaioides badius</i>	Tordo Músico	LC	NA	Res
Icteridae	<i>Agelasticus thilius</i>	Varillero Ala Amarilla	LC	NA	Res
Parulidae	<i>Geothlypis velata</i>	Arañero Cara Negra	LC	NA	STT
Parulidae	<i>Setophaga pitaiayumi</i>	Pitaiayumí	LC	NA	Res
Parulidae	<i>Myioborus brunniceps</i>	Arañero Corona Rojiza	LC	NA	Res
Cardinalidae	<i>Piranga flava</i>	Fueguero	LC	NA	Res
Cardinalidae	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	Reinamora Grande	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Microspingus torquatus</i>	Monterita de Collar	LC	NA	Res

Thraupidae	<i>Microspingus melano-leucus</i>	Monterita Cabeza Negra	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Raueia bonariensis</i>	Naranjero	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Rhopospina alaudina</i>	Yal Platero	LC	NA	Alt
Thraupidae	<i>Rhopospina carbonaria</i>	Yal Carbonero	LC	NA	SFT
Thraupidae	<i>Pospiza whitii</i>	Sietevestidos Serrano	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Sicalis flaveola</i>	Jilguero Dorado	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Misto	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Embernagra platensis</i>	Verdón	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Sporophila caerulea</i>	Corbatita	LC	NA	STT
Thraupidae	<i>Catamenia analis</i>	Piquitodeoro Chico	LC	NA	Alt
Thraupidae	<i>Coryphospingus cucullatus</i>	Brasita de Fuego	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Saltatricula multicolor</i>	Pepitero Chico	LC	NA	Res
Thraupidae	<i>Saltator aurantirostris</i>	Pepitero de Collar	LC	NA	Res

La vida verde a orillas del río Quillín

César O. Nuñez, Ma. Andrea Amuchástegui, Emiliano Foresto, Tamara B. Palermo, José. A. Mulko y Carolina S. Balzola¹

Riberas: Un espacio de interacción entre Cultura y Biodiversidad

El incremento del bienestar de las sociedades humanas depende directa o indirectamente de los múltiples beneficios que las personas extraen de los ecosistemas, a los que se denomina servicios ecosistémicos (Millennium Ecosystems Assessment, 2005).

En este caso nos referiremos a los ecosistemas de bosques de ribera, los cuales son una interfaz crítica entre ecosistemas terrestres y acuáticos, clasificados como vegetación azonal debido a su particular ubicación en zonas de transición. Estos ecosistemas se encuentran entre los más vulnerables, afectados por factores como la construcción, el sobrepastoreo, los incendios y el cambio climático (Capon *et al.*, 2013). Según Naiman *et al.*,

¹ Todos los autores pertenecen al Departamento de Biología Agrícola. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.

(2005) y Lind *et al.*, (2019), los bosques de ribera son comunidades leñosas que bordean ríos y arroyos, extendiéndose desde el cauce activo hasta zonas elevadas, como áreas de inundación y terrazas cercanas. Esta interfaz tierra-agua es clave debido a la variedad de beneficios ecosistémicos que provee (Riis *et al.*, 2020).

Los principales generadores indirectos de degradación y desaparición de los bosques de ribera han sido el crecimiento de la población y el creciente desarrollo económico. Los generadores directos de degradación y pérdida incluyen el desarrollo de infraestructuras, los cambios en el uso del suelo, la extracción de agua, la eutrofización y contaminación, el exceso de recolección y sobreexplotación, y la introducción de especies exóticas invasoras (Alder, 2005).

Su estructura y composición están determinadas por la dinámica hidrológica, lo que da lugar a una biodiversidad notable y a procesos de sucesión ecológica influenciados por las crecidas estacionales de los ríos de montaña. La proximidad a los cauces proporciona suelos con alta humedad, donde el nivel de agua disponible varía significativamente a lo largo del año, especialmente en verano y otoño (Capon, 2019).

La vegetación se distribuye de acuerdo a la disponibilidad de agua. En las zonas más cercanas al río predominan especies herbáceas hidrófilas, como gramíneas y juncos, mientras que más alejadas se desarrollan comunidades de estrato arbustivo y arbóreo, en función de la tolerancia de las especies a suelos menos inundados (Knight y Bottorff, 1981).

Según Riis *et al.* (2020), los bosques de ribera cumplen múltiples funciones esenciales para los ecosistemas fluviales: corredor ecológico que permite el movimiento de especies, ofreciendo refugio, áreas de reproducción y alimentación; regulación del microclima a través de la sombra que generan, regulando la luminosidad y la temperatura del agua; estabilización de riberas al reducir la erosión y favorecer la sedimentación; filtración de contaminantes al actuar como barrera contra pesticidas y otros contaminantes; aporte de materia orgánica enriqueciendo el ecosistema acuático mediante hojas, frutos e insectos, aumentando la fertilidad del suelo; regulación hídrica al retener agua en periodos de sequía y mitigar las crecidas en épocas de lluvias; valoración cultural y recreativa, ofreciendo paisajes de alto valor estético y oportunidades de ocio.

A pesar de ocupar una pequeña porción de la superficie terrestre, los hábitats de agua dulce son fundamentales para los humanos por su valor relativo (Odum y Barret, 2005). Proveen agua para uso doméstico e industrial, contribuyen al ciclo hidrológico local y regional y, correctamente gestionados, pueden servir para el tratamiento de aguas residuales. El aporte de los servicios ecosistémicos de los ambientes fluviales está entre los más altos de cualquier ecosistema en la Tierra, proporcionando alrededor del 10% del total de servicios ecosistémicos globales que ocurren en sólo el 0,3% de la superficie terrestre (Noé, 2013).

Las actividades humanas como el cambio en la cobertura vegetal, la cosecha intensiva de biomasa, el pastoreo, los incendios y la invasión por especies exóticas, alteran las funciones hídricas y ecosistémicas de las riberas (Jobbágy, 2011). Estas alteraciones afectan no solo el suministro de agua para diversos usos, sino también la regulación de los flujos de agua a lo largo del año y modifican los regímenes de escorrentías, lo que puede generar inundaciones y daños en infraestructura como caminos, puentes y vados (Hernández, 2016).

La vegetación riparia, que es una franja estrecha que se encuentra a lo largo de los ríos, lagos, embalses y humedales (Möller, 2011), juega un papel fundamental en amortiguar estos efectos. Sin embargo, el impacto humano ha modificado drásticamente los bosques de ribera, dificultando la identificación de las bandas vegetales características. La introducción de especies exóticas, la construcción de infraestructuras, el encauzamiento de ríos y la sobreexplotación de los recursos como por ejemplo la extracción de áridos, han causado la destrucción de estos ecosistemas, con consecuencias negativas para la salud del río y su cuenca (Bruno y Velasco, 2024).

El impacto de las especies exóticas invasoras es notable, ya que desplazan a las especies nativas y transforman la composición del bosque ribereño, alterando las funciones ecosistémicas que provee la vegetación nativa. Un ejemplo de ello son la desaparición de las plantas acuáticas y palustres que desempeñan un rol crucial en los ecosistemas de agua dulce (Thomaz y Estéves, 2011). Estas plantas contribuyen al reciclado de nutrientes, estabilizan la sedimentación y, al asociarse con bacterias fijadoras de nitrógeno, aumentan la productividad del ecosistema litoral.

El manejo adecuado de las especies ribereñas no sólo es vital para la biodiversidad, sino también para los usos tradicionales y modernos que estas plantas ofrecen, como alimentos, forraje y usos medicinales (Schneider *et*

al., 2021). Según Capon (2020), la restauración de los ecosistemas ribereños es crucial tanto para la conservación de la biodiversidad como para el bienestar humano.

Desde la perspectiva socioecológica, se entiende que los elementos del sistema social y del sistema ecológico están íntimamente interrelacionados a múltiples escalas y forman parte de un mismo sistema indisoluble, el socioecológico (Ortega Uribe *et al.*, 2014, Villaruel-Parma, 2024). Los habitantes del lugar no sólo se benefician de los servicios resultantes del funcionamiento de los ecosistemas, sino que también tienen la capacidad de modificarlos (Ostrom, 2009). En la misma línea de abordaje de esta complejidad, la etnobiología (entendida como una disciplina híbrida enfocada en el estudio de la relación sociedad-naturaleza) emerge como una alternativa teórico-metodológica lo suficientemente amplia como para abordar los aspectos cognitivos, utilitarios y los relacionados a cómo éstos se vinculan entre sí (Wolverton, 2013). También se encarga de encontrar soluciones basadas en la naturaleza (SBN) en contra de las amenazas a la vegetación riparia, tales como las que se señalan a continuación:

- Destrucción de hábitats: la expansión agrícola, la urbanización y la construcción de infraestructuras son las principales causas de pérdida de vegetación ribereña.
- Contaminación del agua: los vertidos químicos y residuos urbanos afectan la calidad del agua, perjudicando a las plantas y animales acuáticos.
- Especies invasoras: la introducción de especies exóticas altera el equilibrio de los ecosistemas ribereños.
- Cambio climático: las variaciones en temperatura y precipitaciones modifican la vegetación ribereña.
- Sobreexplotación de recursos hídricos: la extracción excesiva de agua reduce el caudal, afectando la vegetación.
- Incendios: la frecuencia e intensidad de incendios alteran la vegetación, facilitando la invasión de especies exóticas.
- Extracción de áridos: la extracción de materiales como arena y grava modifica el ecosistema ribereño.

El río Quillín es mucho más que un simple curso de agua. Es un hogar para una increíble variedad de plantas y animales, un ecosistema rico y complejo que debemos conocer y valorar. El río y su entorno presentan una gran diversidad de especies animales y vegetales que forman parte de un ecosistema único. Comprender la biodiversidad de esta región y los desafíos ecológicos que enfrenta es fundamental para su conservación.

Uno de los elementos clave de este ecosistema es el bosque de ribera, que cumple funciones esenciales para el equilibrio ambiental y la calidad del agua. Valorar su importancia permite comprender su rol en la preservación del paisaje y en el bienestar de la comunidad.

Es necesario generar conciencia sobre la conservación de los ecosistemas ribereños, promoviendo acciones que contribuyan a su protección. Esto implica no solo conocer su relevancia ecológica, sino también compartir esta información con la comunidad para impulsar un compromiso colectivo.

El uso sostenible de los recursos del bosque de ribera es otro aspecto fundamental. Aprovechar estos recursos de manera responsable garantiza su disponibilidad para las generaciones futuras y mantiene el equilibrio natural del ecosistema.

Finalmente, es esencial fomentar la participación activa en la protección del río y sus paisajes naturales. A través de iniciativas de educación ambiental, actividades comunitarias y proyectos de conservación, cada persona puede aportar a la preservación de este valioso entorno.

A partir del trabajo realizado por otros investigadores, nos lanzamos a la aventura de descubrir la **Vida Verde** que crece a orillas del río, explorando sus secretos y comprendiendo su importancia en el entorno. Con este proyecto queremos conocer y valorar cada rincón del ecosistema ribereño, aprendiendo de la naturaleza y cuidándola como parte fundamental de nuestro patrimonio. Los objetivos que perseguimos son:

- **Conocer la biodiversidad y los desafíos ecológicos del río Quillín.** Esto significa adentrarnos en el mundo de las especies que habitan este ambiente y entender los problemas que enfrentan, para poder proponer soluciones y cuidar mejor de nuestro entorno.
- **Valorar la importancia del bosque de ribera para la región.** Al reconocer la relevancia de este bosque, aprendemos a ver su papel

esencial en la protección del agua, el aire y el suelo, convirtiéndose en un recurso vital para la comunidad.

- **Concientizar a la comunidad sobre la conservación de los ecosistemas ribereños.** Creemos que el primer paso para cuidar la naturaleza es conocerla, por eso invitamos a todos a reflexionar sobre la fragilidad de estos ambientes y la necesidad de protegerlos.
- **Promover el uso sostenible de los recursos del bosque de ribera.** Esto implica aprender a aprovechar lo que la naturaleza nos ofrece sin dañar su equilibrio, para que tanto hoy como en el futuro, podamos disfrutar de sus beneficios sin comprometer su salud.
- **Fomentar la participación activa en la protección del río y sus paisajes naturales.** Invitamos a estudiantes, familias y vecinos a unirse a esta causa, trabajando juntos para cuidar y preservar un entorno que es tan valioso para todos.

Con estos objetivos, nuestro proyecto se convierte en una invitación a explorar, aprender y comprometerse con la naturaleza, descubriendo la magia de la Vida Verde a lo largo del río.

¿Cómo y dónde se realizó la investigación?

Realizamos el estudio en la comuna de Villa Cañada del Sauce. Escogimos tres puntos de muestreo del río Quillinzo los que se localizaron antes de la comuna de Villa Cañada del Sauce (sitio 1), en la comuna (sitio 2) y a la salida de la misma (sitio 3). Para más detalle del área de estudio consultar el capítulo 2.

Muestreo de especies vegetales de ribera y macrófitas

El muestreo se realizó en tres fechas: 5 de agosto de 2022, 29 de noviembre de 2022, y 3 de febrero de 2023. El *primer* sitio de muestreo estuvo ubicado antes de la comuna de Villa Cañada del Sauce, el *segundo* en la parte central de la comuna y el *tercero* a la salida de la misma. Para la recopilación de datos florísticos se utilizó el método de los transectos que permite evaluar los cambios en la vegetación de acuerdo con un gradiente desde la línea de ribera hasta la parte más profunda del río (Matteucci y Colma, 1982). Se escogió este tipo de muestreo porque es un método rá-

pido y permite incluir una gran heterogeneidad dentro del sitio (Figura 1). Consiste en un rectángulo (40 m^2) dentro de la zona de estudio donde se miden diferentes parámetros. Las dimensiones de los transectos varían en función del tipo de vegetación y de los parámetros que se quieran medir. Los transectos se trazaron desde la línea de ribera hasta 1,6 m de profundidad del río, espejo de agua, en dirección al centro del cuerpo de agua. A cada transecto se lo dividió en cuadrantes de vegetación de 10 m^2 para estimar la frecuencia relativa de la vegetación, desde la orilla en dirección al centro del cuerpo de agua. La longitud de cada transecto se determinó por el comienzo de la línea de ribera hasta los límites de profundidad al que crece la vegetación sumergida.



Figura 1. Transecto de muestreo. El rectángulo de color rojo marca el área de muestreo.

La frecuencia de las especies se estimó visualmente. Dos muestras de cada especie fueron colectadas y depositadas en el herbario (RIOCI) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Las plantas acuáticas fueron clasificadas en tres formas de vida, de acuerdo con la adherencia al sustrato: plantas enraizadas sumergidas, enraizadas emergentes, enraizadas flotantes, y no enraizadas al suelo que son las plantas libre-flotadoras.

Para caracterizar la comunidad vegetal en los diferentes sitios de muestreo, se tuvo en cuenta la riqueza de especies, es decir el número de especies que crecen en el lugar de muestreo. La estructura de la vegetación se analizó en términos de especies y composición de grupos funcionales de acuerdo a Ghera y León (1999), Booth y Swanton (2002) y Nuñez *et al.*, (1998, 2018).

Cada una de las especies se clasificó en grupos funcionales acorde a: **Morfotipo**: pteridófitas, monocotiledóneas y dicotiledóneas; **origen**: nativas, no-nativas y cosmopolitas; **formas de crecimiento de las plantas acuáticas y palustres** (Figura 2): acuáticas (Sumergidas, Flotantes enraizadas, emergentes, Flotantes libres), palustres, terrestres; **función o impacto en el ecosistema**: medicinales, polinización por insectos, ornamentales, forrajeras, tóxicas e invasoras (Ver Anexo 2). Se entiende por especie vegetal invasora a aquellas que logran tener poblaciones estables por más de 10 años sin la asistencia del hombre y que además producen descendencia reproductiva a considerables distancias de la planta madre (Richardson y Rejmánek, 2011).

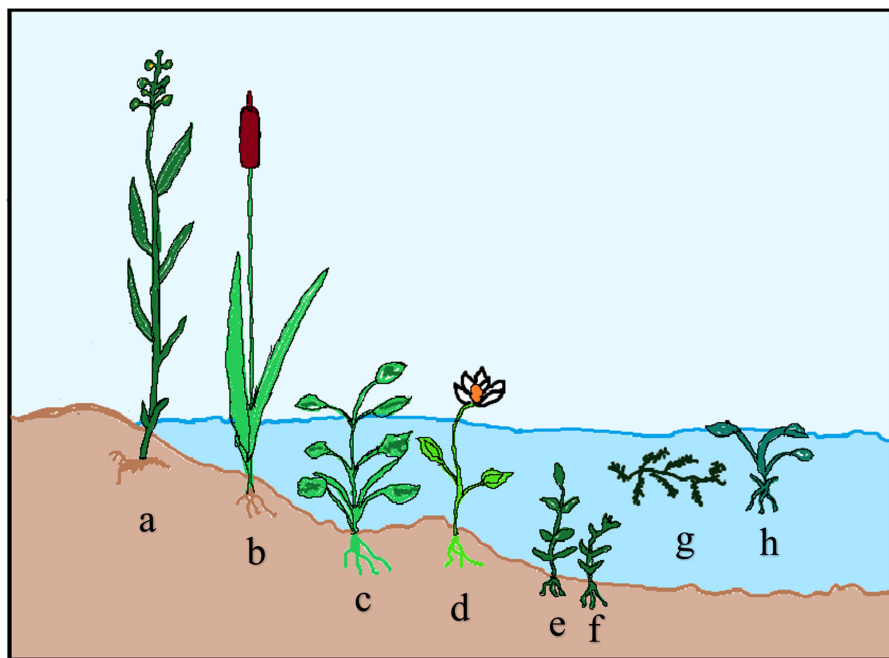


Figura 2. Clasificación de las plantas palustres y acuáticas según su forma de crecimiento.

- a, b. Plantas anfibias o palustres.
- c, d. Plantas acuáticas arraigadas con hojas flotantes.
- e, f. Plantas acuáticas arraigadas con hojas totalmente sumergidas.
- g, Plantas acuáticas libres, sumergidas,
- h. Plantas acuáticas, flotantes libres (Camefort, 1972).

La caracterización de las especies relevadas a través de su **forma de vida** (Figura 3) se realizó siguiendo la metodología propuesta por Raunkiaer (1934). Por forma biológica o de vida se entiende a la forma de desarrollo que manifiesta adaptaciones ecológicas acusadas. Reflejan la ecología de la planta, y dentro del plan estructural preexistente, su adaptación al ambiente (Bianco, 2006).

Una de las clasificaciones más difundidas es la ideada por el botánico danés Raunkiaer (1934), que se basa en la ubicación y protección de las yemas de renuevo durante la estación desfavorable. Las principales clases de formas biológicas relevadas en este estudio son las siguientes:

- **I. Terófitos.** Vegetales que después de florecer y fructificar, mueren y pasan la estación desfavorable como semillas. Comprenden este grupo todas las plantas anuales. Ejemplos: Suico (*Tagetes minuta*).
- **II. Hidrófitos.** Plantas acuáticas que no se encuentran incluidas en el plancton y cuyas yemas de renuevo se encuentran dentro del agua. Ejemplo: Elodea (*Elodea callitrichoides*).
- **III. Geófitos.** Vegetales con yemas de renuevo debajo del nivel del suelo. La parte aérea muere después de fructificar. Ejemplo: Helecho cabito negro (*Adiantum raddianum*).
- **IV. Hemicriptófitos.** Vegetales con yemas de renuevo a nivel del suelo, que quedan protegidas durante el invierno por escamas, hojas o vainas foliares vivas o muertas. Ejemplo: Junco (*Eleocharis montana*).
- **VI. Caméfitos.** Las yemas de renuevo se encuentran por encima de la superficie del suelo hasta una altura de 30 cm. Ejemplo: Flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*).

- **VII. Fanerófitos.** Las yemas de renuevo se encuentran por encima de los 30 cm a nivel del suelo. Ejemplo: Sauce criollo (*Salix humboldtiana*). Aquí se encuentran también los fanerófitos trepadores como el Bejuco de la sierra (*Ipomoea cairica*).

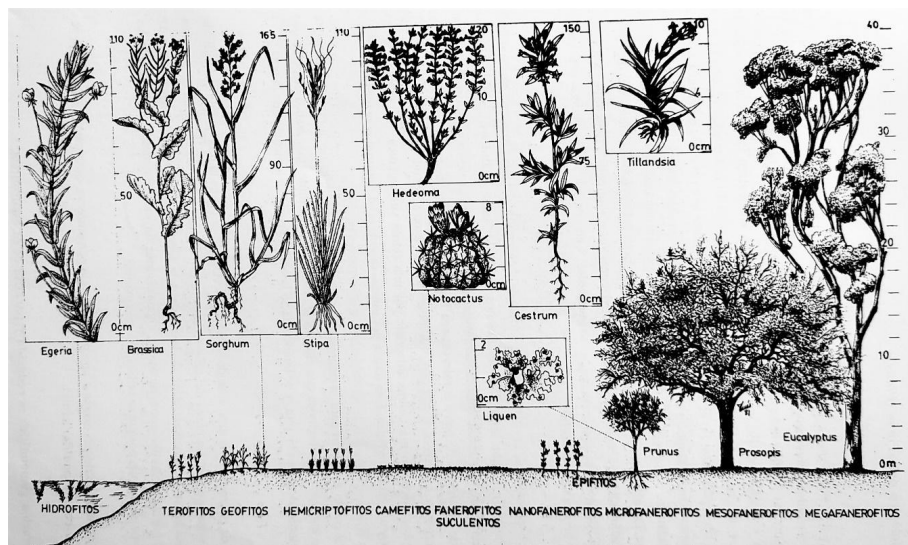


Figura 3. Las principales clases de formas biológicas según Raunkiaer (1934), adaptado de Bianco (2006).

El análisis estadístico de los datos se ejecutó con el programa estadístico InfoStat, versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2022). La nomenclatura se basó en el catálogo on line de Las Plantas Vasculares de Argentina (Instituto de Botánica Darwinion (2018) <http://buscador.floraargentina.ed.ar> y The plant list (<https://wfonplantlist.org>).

¿Qué encontramos en la ribera del río Quillinzo?

La vegetación de la totalidad de los sitios muestreados estuvo compuesta por 44 familias y 110 especies, siendo las más importantes, en términos de contribución de especies, 15 familias, las cuales aportaron el 68% de las especies, donde se destacaron Asteraceae, Poaceae y Fabaceae (Figura 4). Además, se relevaron 11 especies palustres, cinco acuáticas (ver Anexo 1) y 94 terrestres. En los sitios muestreados dominaron las especies nativas (78 especies) y no nativas (32 especies). Se registraron 68 especies nativas me-

dicinales (62% del total de las especies relevadas), el mismo registro se obtuvo para las especies visitadas por insectos. Con potencial uso ornamental se relevaron 39 especies, invasoras exóticas 18 y tóxicas 5 (ver Anexo 2).

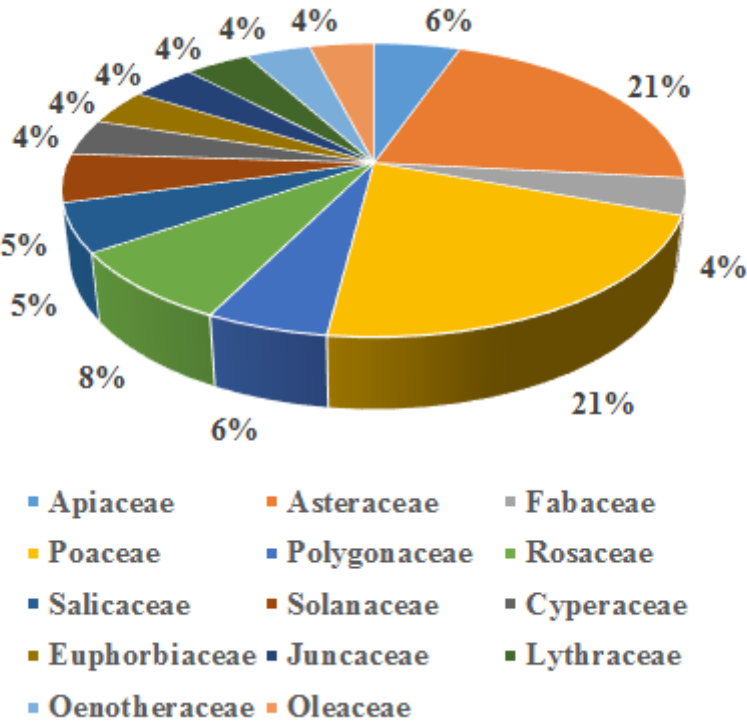


Figura 4. Total de familias y especies en los tres muestreos.

Las especies que registraron mayor constancia a lo largo de las tres fechas de muestreo fueron *Adiantum raddianum* (Figura 5) y *Symphytotrichum subulatum* (Figura 6) con una constancia de 89 % en la totalidad de los muestreos realizados, mientras que el resto de las especies obtuvo valores menores del 70 % de constancia (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de familias y especies con mayor porcentaje de constancia (%) en la totalidad de los muestreos.

Familia	Especies	Constancia (%)
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	89
Asteraceae	<i>Symphyotrichum subulatum</i>	89
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i>	67
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	67
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	67
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	67
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i>	56
Oenotheraceae	<i>Oenothera indecora</i>	56
Poaceae	<i>Paspalum quadrifarium</i>	56



Figura 5. *Adiantum raddianum*. Helecho. Medicinal y ornamental.



Figura 6. *Symphyotrichum subulatum*. Hierba palustre.

En cuanto a la riqueza temporal por sitio de muestreo, las fechas que mostraron el mayor valor, ocurrieron en los meses de noviembre y febrero (Figura 7).

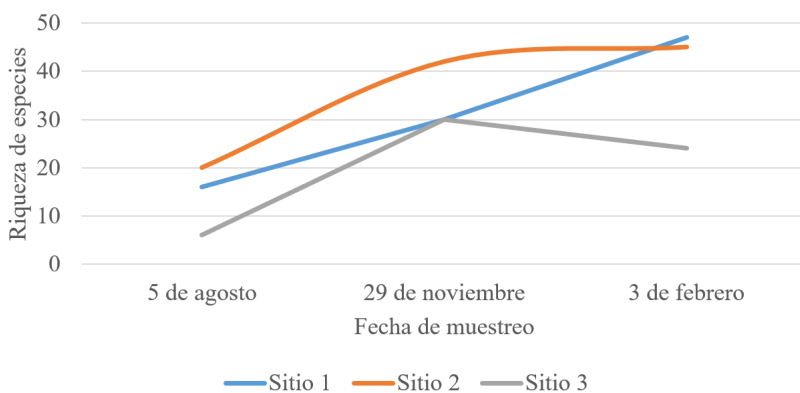


Figura 7. Variación de la riqueza de especies por sitio de muestreo en el tiempo. Sitios de muestreo: 1, 2, 3. Fecha de muestreo: 5 de agosto de 2022, pertenecen a la primera fecha de muestreo, segunda fecha el 29 de noviembre de 2022 y última fecha el 3 de febrero de 2023.

En la Figura 8, se puede observar que la variación de la riqueza total, sumados los tres sitios, se dio en los meses más cálidos y lluviosos (noviembre y febrero).

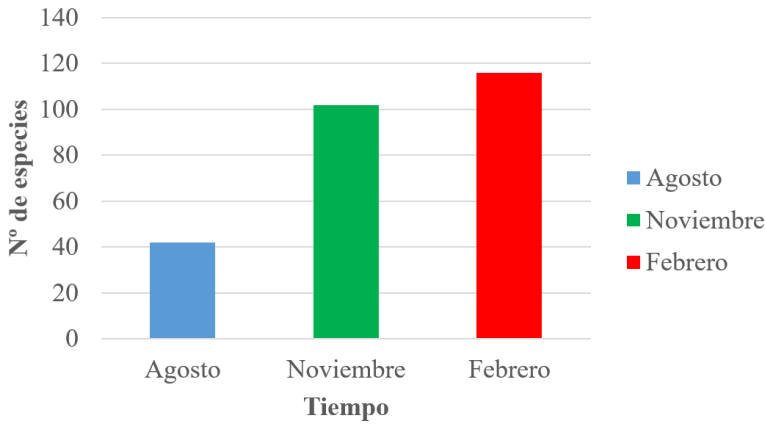


Figura 8. Total de especies relevadas por fechas de muestreo en los tres sitios: 5 de agosto de 2022, 29 de noviembre de 2022 y 3 de febrero de 2023.

En la Figura 9 se puede visualizar la riqueza de los sitios por fecha de muestreo. Para todos los sitios muestreados en todas las fechas, el mes de agosto fue el que menor riqueza de especies aportó. El muestreo de febrero aportó la mayor riqueza de especies, a excepción del sitio 3.

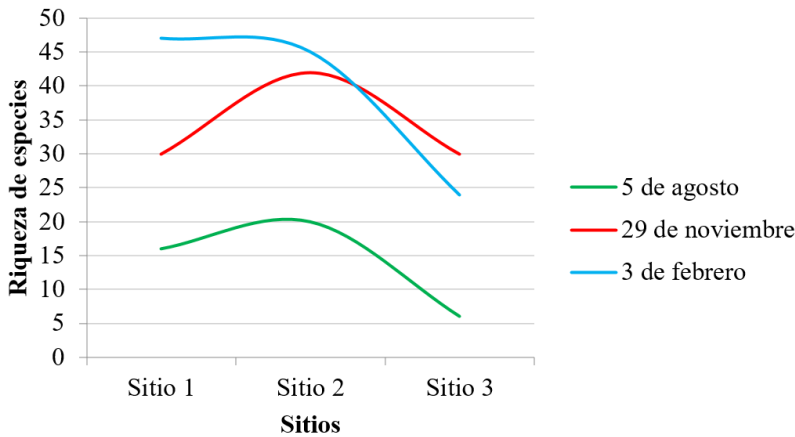


Figura 9. Riqueza de especies por sitios y por fechas de muestreo.

En la Figura 10 se puede visualizar el espectro de formas de vida de las especies relevadas. En total se registraron 7 formas de vida diferentes. Dominaron las fanerófitas y las hemicriptófitas, las que en conjunto totalizaron un 70 % de las especies relevadas.

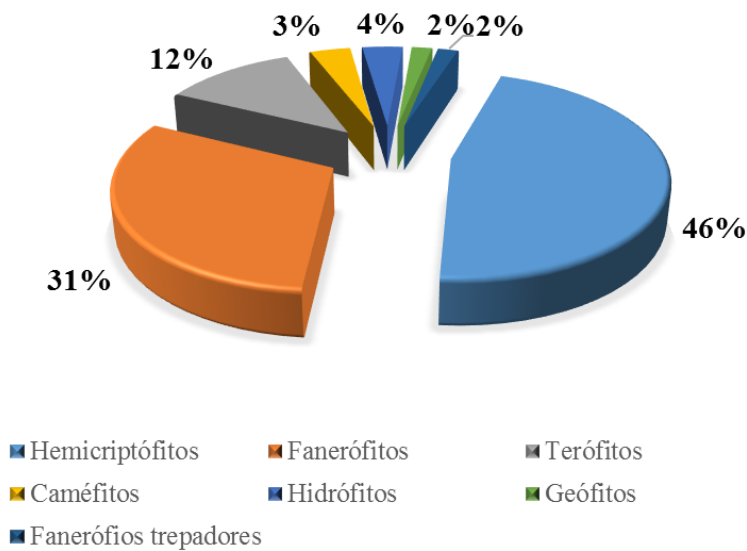


Figura 10. Forma de vida de las especies relevadas.

Cuando se analizó la vegetación por cada uno de los sitios de muestreo, se visualizó que el primer sitio estuvo compuesto de 18 familias y 30 especies, siendo las más importantes, en términos de contribución de especies, 6 familias, las cuales aportaron el 56% de las especies. Se destacaron las familias Asteraceae, Apiaceae, Poaceae, Polygonaceae, Juncaceae y Lythraceae (Figura 11).

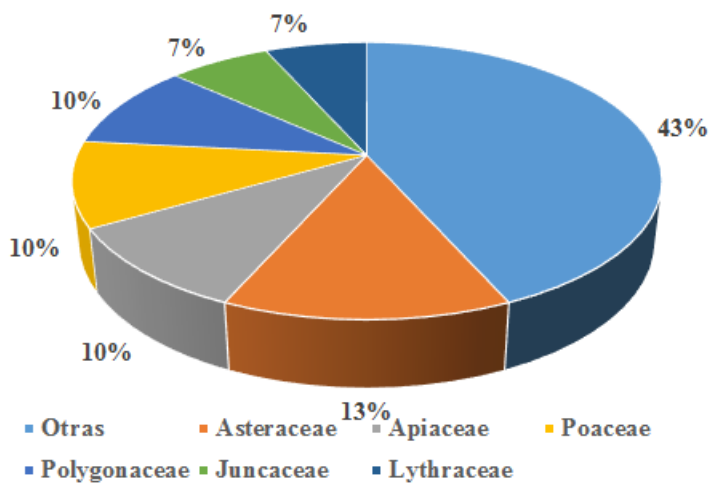


Figura 11. Total de familias y especies en el sitio 1.

Las especies que registraron mayor constancia a lo largo de las tres fechas de muestreo fueron *Symphyotrichum subulatum*, *Heimia salicifolia*, *Polygonum hidropiperoides* y *Adiantum raddianum* con una constancia de 100 % en la totalidad de los muestreos realizados, mientras que el resto de las especies obtuvo valores menores del 70 % de constancia (Tabla 2) (Figura 12).

Tabla 2. Constancia de las especies en el sitio 1 (incluye todas las fechas).

Familia	Especies	Constancia (%)
Asteraceae	<i>Symphyotrichum subulatum</i>	100
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i>	100
Polygonaceae	<i>Polygonum hydripiperoides</i>	100
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	100
Apiaceae	<i>Daucus pusillus</i>	67
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i>	67
Poaceae	<i>Paspalum quadrifarium</i>	67
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	67



Figura 12. Vista general del sitio 1, primer punto de muestreo.

La vegetación del segundo sitio muestreado estuvo compuesta por 34 familias y 69 especies, siendo las más importantes, en términos de contribución de especies, 6 familias, las cuales aportaron el 70% de las especies. Se destacaron Asteraceae, Poaceae, Polygonaceae, Apiaceae, Rosaceae, Salicaceae, Solanaceae, Apiaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Oenotheraceae (Figuras 13 y 14).

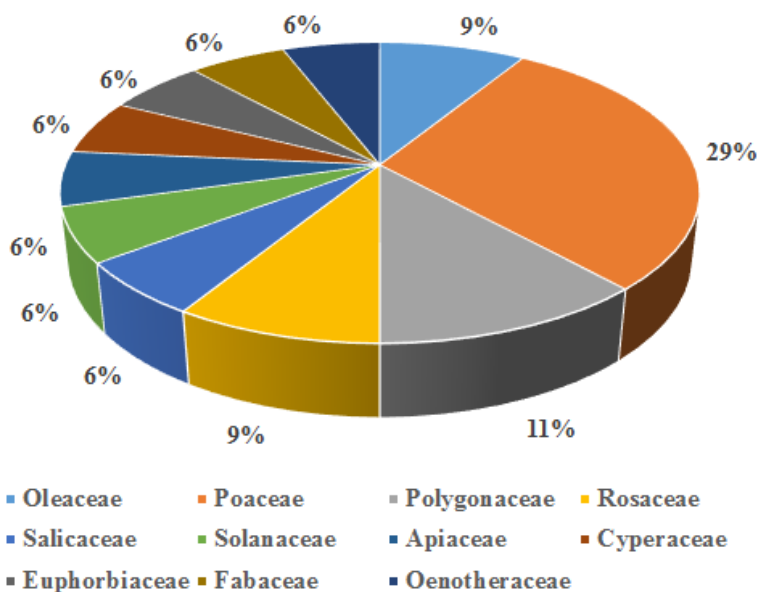


Figura 13. Total de familias y especies en el sitio 2.



Figura 14. Vista general del sitio 2, segundo punto de muestreo.

Las especies que registraron mayor constancia a lo largo de las tres fechas de muestreo fueron *Symphyotrichum subulatum*, *Cortaderia selloana*, *Eragrostis curvula*, *Paspalum quadrifarium*, *Polygonum acuminatum*, *Polygonum hydropiperoides* y *Galium latoramosum* con una constancia de 100 % en la totalidad de los muestreos realizados, mientras que el resto de las especies obtuvo valores menores del 70 % de constancia (Tabla 3).

Tabla 3. Constancia de las especies en el segundo sitio de muestreo.

Familia	Especies	Constancia (%)
Asteraceae	<i>Symphyotrichum subulatum</i>	100
Poaceae	<i>Cortaderia selloana</i>	100
Poaceae	<i>Eragrostis curvula</i>	100
Poaceae	<i>Paspalum quadrifarium</i>	100
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	100
Polygonaceae	<i>Polygonum hydropiperoides</i>	100
Rubiaceae	<i>Galium latoramosum</i>	100

Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	100
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	67
Asteraceae	<i>Vernonanthura nudiflora</i>	67
Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i>	67
Chenopodiaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i>	67
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	67
Fabaceae	<i>Gleditsia triacanthos</i>	67
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	67
Lythraceae	<i>Cuphea glutinosa</i>	67
Oenotheraceae	<i>Oenothera indecora</i>	67
Oenotheraceae	<i>Oenothera rosea</i>	67
Poaceae	<i>Schizachyrium plumigerum</i>	67
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	67
Rosaceae	<i>Pyracantha crenulata</i>	67
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	67
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	67
Solanaceae	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	67
Ulmaceae	<i>Ulmus pumila</i>	67

La vegetación del tercer sitio muestreado estuvo compuesta por 38 familias y 86 especies, siendo las más importantes, en términos de contribución de especies, 9 familias, las cuales aportaron el 58% de las especies. Se destacaron Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Salicaceae, Solanaceae, Apiaceae, Fabaceae, Juncaceae, Polygonaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Oenotheraceae, Oleaceae, y Verbenaceae (Figuras 15 y 16).

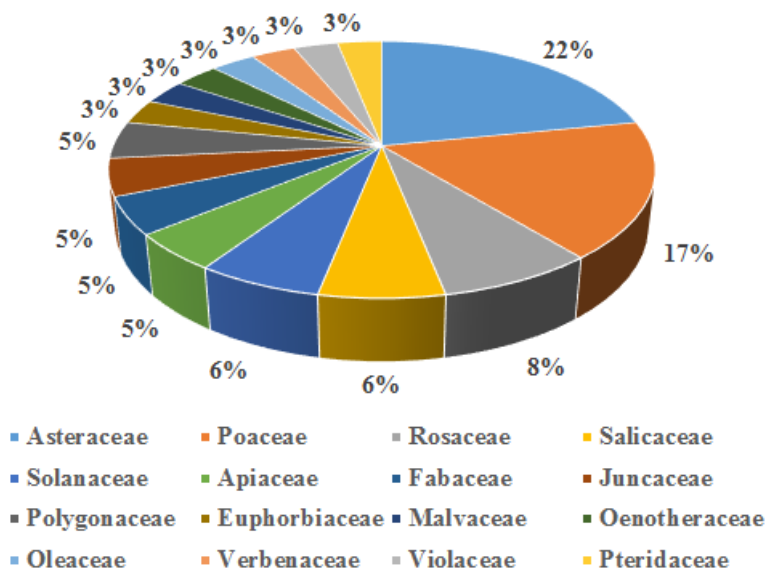


Figura 15. Total de familias y especies en el sitio 3.



Figura 16. Vista general del sitio del tercer sitio de muestreo.

Las especies que registraron mayor constancia a lo largo de las tres fechas de muestreo fueron *Adiantum raddianum*, *Prunus persica* y *Lantana grisebachii*, con una constancia de 100 % en la totalidad de los muestreos realizados, mientras que el resto de las especies obtuvo valores menores del 70 % de constancia (Tabla 4).

Tabla 4. Constancia de las especies en el tercer sitio de muestreo incluyendo las tres fechas.

Familia	Especies	Constancia (%)
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	100
Rosaceae	<i>Prunus persica</i>	100
Verbenaceae	<i>Lantana grisebachii</i>	100
Asteraceae	<i>Baccharis aliena</i>	67
Asteraceae	<i>Baccharis salicifolia</i>	67
Asteraceae	<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i>	67
Asteraceae	<i>Symphiotrichum subulatum</i>	67
Asteraceae	<i>Tagetes minuta</i>	67
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	67
Cyperaceae	<i>Eleocharis montana</i>	67
Euphorbiaceae	<i>Croton argentinus</i>	67
Fabaceae	<i>Galactia latisiliqua</i>	67
Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	67
Malvaceae	<i>Pavonia aurigloba</i>	67
Oenotheraceae	<i>Oenothera indecora</i>	67
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidum</i>	67
Oxalidaceae	<i>Oxalis chrysantha</i>	67
Poaceae	<i>Setaria parviflora</i>	67
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	67
Polygonaceae	<i>Polygonum acuminatum</i>	67
Rosaceae	<i>Rosa sicula</i>	67
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	67
Salicaceae	<i>Salix viminalis</i>	67
Salicaceae	<i>Populus alba</i>	67
Solanaceae	<i>Solanum argentinum</i>	67

¿Qué podemos concluir luego de la investigación?

El análisis de la vegetación en los sitios muestreados a lo largo del río Quillínz demuestran una notable diversidad de especies y formas de vida vegetal. En total, se identificaron 110 especies pertenecientes a 44 familias. Entre ellas, 11 especies palustres y cinco acuáticas que evidencian el comportamiento estacional del río y la variación de su caudal a lo largo del año. Las crecidas estivales, sumadas a la pendiente del río, inundan los ambientes lénticos, transformándolos en ambientes lóticos. Mientras no hay crecidas (abril a agosto) las especies de ambientes lénticos logran prosperar hasta la primera gran crecida, luego quedan sus estructuras vegetativas enterradas en la arena para rebrotar al año siguiente.

La diversidad de formas de vida vegetal observada refleja la capacidad de estas especies para adaptarse a lo largo del tiempo, siendo un buen indicador de la salud del ecosistema ribereño (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). La presencia de 94 especies terrestres es particularmente relevante, ya que contribuyen a la estabilidad de la ribera, generando hábitats adecuados para diversas especies de fauna. Se registraron siete formas de vida diferentes, de las diez reconocidas por Raunkiaer (1934), con predominancia de fanerófitas (árboles) y hemicriptófitas (pastos), que en conjunto representaron el 70 % de las especies relevadas. Tanto árboles como arbustos y pastos desempeñan un rol crucial en la estabilidad de la ribera, gracias a su cobertura aérea y el entramado de raíces que ayuda a prevenir la erosión (Capon, 2019).

De los tres sitios muestreados, el sitio 1 fue el de menor riqueza de especies en las tres fechas de muestreo: agosto y noviembre del año 2022 y febrero del año 2023 con (18 familias y 30 especies). Los sitios 2 y 3 mostraron una alta riqueza de especies y de familias botánicas en las tres fechas de muestreo (sitio 2: 34 familias y 69 especies y sitio 3: 38 familias y 86 especies). Ello se debe a las características de los sitios: el sitio 1 es estrecho, muy rocoso, con aproximadamente 20 m de ancho con bancos de arenas muy inestables que pueden desaparecer con las crecidas. Esto no provee un ambiente favorable para el desarrollo de la vegetación, sumado al alto volumen de agua que lleva cuando ocurren las crecidas de montaña. En cambio, los sitios 2 y 3 son anchos, de aproximadamente 100 m, rocosos en el lecho del río, aunque en las riberas existen lugares propicios, de suelos incipientes, para que se desarrolle la vegetación de pajonales, arbustales y árboles.

Las especies *Adiantum raddianum*, *Symphytotrichum subulatum*, *Cortaderia selloana*, *Salix humboldtiana* mostraron la mayor constancia tanto en los sitios como en las fechas de muestreo. *Salix humboldtiana* (Sauce colorado) es una especie que debería plantarse en la ribera de todos los sitios muestreados por la gran variedad de beneficios ambientales que produce (Adema *et al.*, 2022).

De acuerdo con Bruno *et al.*, (2014), la vegetación ribereña está fuertemente influenciada por factores antropogénicos, como los asentamientos humanos y el sobrepastoreo debido a una mala gestión de la carga animal. La degradación del bosque ribereño en muchos arroyos hace que las especies exóticas invasoras encuentren oportunidades para establecerse en las riberas (Giorgis y Tecco, 2014). Estas especies ejercen una presión significativa sobre las autóctonas, sustituyéndolas y alterando considerablemente la composición del bosque de ribera.

La presencia de especies no nativas revela el estado de salud del río en el sitio 1, con un 30 % de la flora compuesta por especies exóticas, que están ganando relevancia debido a su competitividad frente a las nativas. Entre las especies invasoras más destacadas se encuentran los árboles *Ligustrum lucidum* (Figura 17) y *Gleditsia triacanthos* (Figura 18), junto con arbustos como *Rubus ulmifolius* (Figura 19), *Rosa rubiginosa* (Figura 20) y *Pyracantha crenulata* (Ceballos *et al.*, 2015; Richardson y Rejmánek, 2011; Giorgis y Tecco, 2014).



Figura 17. *Ligustrum lucidum*. Siempreverde. Árbol de follaje perennifolio. No nativa. Invasora.



Figura 18. *Gleditsia triacanthos*. Acacia negra. Árbol de follaje caducifolio. No nativa. Invasora.



Figura 19. *Rubus ulmifolius*. Zarzamora. Arbusto. No nativa. Invasora.



Figura 20. *Rosa rubiginosa*. Rosa mosqueta. Arbusto. No nativa. Invasora.

El complejo serrano de Córdoba es reconocido por su alta diversidad de plantas medicinales (Barboza *et al.*, 2009). El uso de éstas tiene una larga tradición en la región, y en el área muestreada se identificaron 68 especies nativas medicinales, lo que representa el 62 % del total de especies relevadas.

La vegetación es un componente clave del paisaje, interactuando continuamente con el suelo y el clima, adaptándose a los sitios seguros a lo largo del tiempo y coevolucionando con insectos (Verzino *et al.*, 2016). Esto se refleja en que 68 especies vegetales relevadas interactúan con insectos, facilitando la producción de miel multifloral.

Por último, según Cantero y Bianco (1988), el envenenamiento por ingestión de plantas tóxicas es responsable del 50 % de las muertes de ganado en las sierras de Córdoba, lo que genera significativas pérdidas económicas para los productores. El registro de cinco especies tóxicas es un dato relevante, destacándose entre ellas el Duraznillo negro (*Cestrum parqui*), responsable de la mayoría de las muertes de ganado bovino al inicio de la primavera (Figura 21).



Figura 21. *Cestrum parqui*. Duraznillo negro. Tóxica. Nativa

Las montañas son paisajes característicos del planeta que cubren una superficie reducida, no obstante, son desproporcionadamente importantes por la cantidad de especies que contienen y porque brindan servicios ecosistémicos esenciales para el bienestar de las personas (Körner, 2007; Rahbek *et al.*, 2019). Cambios rápidos en las características ambientales a través del gradiente altitudinal, sumados a la alta rugosidad de las montañas, son la causa de la enorme riqueza que contienen y de los cambios en el ensamble de especies (Mengist *et al.*, 2020). El aumento de las intervenciones humanas en los sistemas hídricos de los ambientes de montaña amenaza el equilibrio del medio, especialmente los incendios, desmontes y sobrepastoreo (Figuras 22, 23 y 23), acelerando la vulnerabilidad del ecosistema (De Antueno, 2019). En este contexto, es crucial avanzar hacia un manejo sostenible. Por ello, es necesario orientar la gestión integrada hacia una visión basada en el enfoque socioecosistémico, priorizando la conservación de los servicios ecosistémicos a largo plazo (Perrigo *et al.*, 2020).



Figura 22. Rebrote de árboles y arbustos luego de un incendio.



Figura 23. Desmonte con topadoras.



Figura 24. Sobrepastoreo por altas cargas de ganado bovino.

¿Qué aprendimos?

La identificación y análisis de la vegetación acuática y ribereña en los sitios de muestreo permitieron destacar la importancia de estudiar de manera conjunta ambos elementos para comprender la dinámica y funcionamiento del río Quillín. Tanto el bosque de ribera como el ambiente hídrico del Quillín, mostraron una gran biodiversidad que hacen a la calidad de agua del río, a la vez que exponen la gran vulnerabilidad por la cantidad de especies exóticas arbóreas y arbustivas que desplazan a las especies nativas. También se demuestra en este estudio la necesidad de un ordenamiento territorial de la cuenca y, especialmente, un plan ganadero que contribuya a recuperar la vegetación nativa de los sitios estudiados.

La naturaleza interdisciplinaria de los problemas asociados a la cuantificación y análisis de estas interacciones requiere conocimientos de una amplia gama de disciplinas. Los cambios ambientales en este ecosistema ocurren a distintas escalas, ya sean de origen antrópico o natural, influyen en los patrones de distribución y composición de la vegetación y en la dinámica hidrogeomorfológica del río, generando retroalimentaciones. Por lo tanto, para evaluar y predecir las consecuencias de estos cambios

y gestionar una mayor resiliencia de los ecosistemas fluviales se requiere contar con una mirada integradora e interdisciplinaria en el estudio de estos sistemas complejos, sin dejar de lado la perspectiva socio ecológica y la etnobiológica (Margalef, 2002).

Referencias bibliográficas

- Adema, M., Villarreal, B., Weber, C., Galarco, S. y Sharry, S. (2022). Propagación vegetativa (macro y micro) y evaluación de la capacidad de remoción de iones Cu^{+2} de *Salix humboldtiana* Willd. (sauce criollo). *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata*, 121, pp. 1-20.
- Alder, J. (2005). *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua*. Informe de síntesis. Washington, Estados Unidos: World Resources Institute.
- Bianco, A., Kraus, T. y Nuñez, C. (Eds.). (2006). *Botánica Agrícola*. 2ed.-Córdoba. Río Cuarto, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto. .
- Barboza, G.E., Cantero, J., Nuñez, C., Pacciaroni, A. y Ariza Espinar, L. (2009). Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine flora. *Kurtziana*, 34(1-2), pp. 7-365.
- Bardi, J., Borzone, H., Scaramuzzino, R., Villamil, C., Laddaga, J. y Millione, G. (2016). Obtención de barbados de *Salix humboldtiana* (sauce criollo) destinados a su reintroducción en arroyos del centro de la provincia de Buenos Aires. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 24(1), pp. 41-42.
- Booth, B.D. y Swanton, C.J. (2002). Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50, pp. 2-13.
- Bruno, D., Belmar, O., Sánchez-Fernández, D. y Velasco, J. (2014). Environmental determinants of woody and herbaceous riparian vegetation patterns in a semi-arid mediterranean basin. *Hydrobiologia*, 730, pp. 45-57.

- Bruno, D., y Velasco, J. (2024). Las riberas fluviales en ríos intermitentes, las grandes olvidadas en la gestión fluvial. *Ecosistemas*, 33 (1), 2661. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2661>
- Camefort, M. (Ed.). (1972). *Morphologie des Végétaux Vasculaires*. 2ª ed. Paris, Francia: Doin, Éditeurs.
- Cantero, J.J. y Bianco, C.A. (1988). Las plantas tóxicas del sur de la provincia de Córdoba, Argentina. IDIA-INTA, 453–458, pp. 9–63.
- Capon, S.J. (Ed.). (2019). *Riparian Ecosystems*. QLD, Australia: Griffith University.
- Capon, S.J. (2020). Riparian ecosystems. En Goldstein, M. I. y Della Sala, D. A. (Eds.). *Encyclopedia of the World's Biomes* (pp. 170–176). Amsterdam, Países bajos: Elseiver. 178 p.
- Capon, S.J., Chambers, J.M., Mac Nally, R., Naiman, R.J., Davies, P., Marshall, N. y otros. (2013). Riparian ecosystems in the 21st century: Hotspots for climate change adaptation? *Ecosystems*, 16, pp. 359–381.
- Ceballos, S.J., Malizia, A. y Chacoff, N.P. (2015). Influencia de la invasión de *Ligustrum lucidum* (Oleaceae) sobre la comunidad de lianas en la sierra de San Javier (Tucumán, Argentina). *Ecología Austral*, 25(1), pp. 65–74.
- De Antueno, L. (2019). *Análisis de vulnerabilidad hídrica en la Cuenca del río Ctalamochita*. (Tesis de maestría no publicada). Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2022). InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Eynard, C., Calviño, A.A. y Ashworth, L. (Eds.). (2020). *Cultivo de plantas nativas: Propagación y viverismo de especies de Argentina Central* (2ª ed. ampliada). Córdoba, Argentina: Ecoval Editora.
- Fullan, M., Quinn, J. y McEachen, J. (Eds.). (2018). *Deep learning: Engage the world change the world*. Ontario, Canadá: Corwin Press.

- Furman, M. (2021). *Enseñar distinto* (1ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores Argentina.
- Ghersa, C.M. y León, R.J.C. (1999). Successional changes in agroecosystems of the rolling pampa. En L. R. Walker (Ed.). *Ecosystems of the World 21: Ecosystems of disturbed ground* (pp. 487–502). Amsterdam, Países bajos: Elsevier.
- Giaccio, G., Pérez, D. J., Gallo, L., Corral, R. A., Pomponio, M. F. y otros. (2022). *Salix humboldtiana*, único sauce nativo: Re-introducción y restauración de ambientes ribereños degradados por actividades agrícolas. *Visión Rural*, 29(144), pp. 40–43.
- Giorgis, M.A. y Tecco, P.A. (2014). Árboles y arbustos invasores de la Provincia de Córdoba (Argentina): Una contribución a la sistematización de bases de datos globales. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 49(4), pp. 581–603.
- Hernández, N.C. (2016). El río y su territorio. Espacio de libertad: Un concepto de gestión. *Terra Nueva Etapa*, 34(56).
- Instituto de Botánica Darwinion. (2018). Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur. Buenos Aires: Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - CONICET.
- Jobbágy, E.T. (2011). Servicios hídricos de los ecosistemas y su relación con el uso de la tierra en la llanura chaco-pampeana. En P. Laterra, E. G. Jobbágy, y J. M. Paruelo (Eds.). *Valoración de los servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 163–183). Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Knight, A.W. y Bottorff, R. (1981). The importance of riparian vegetation to stream ecosystems. En Warner R. E. y Hendrix K. M. (Eds.). *California Riparian Systems Conference: Ecology, Conservation, and Productive Management* (pp. 307–321). California, Estados Unidos: University of California Press.
- Knight, A. W., y Bottorff, R. L. (2019). The importance of riparian vegetation to stream ecosystems. En R. E. Warner y K. M. Hendrix (Eds.), *California Riparian Systems Conference: Ecology, Conservation, and Productive Management* (pp. [páginas no especificadas]). University of California Press. (Original de 1984).

- Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. *Journal of Vegetation Science*, 22(11), pp. 569–574.
- Lind, L., Hasselquist, E. y Laudon, H. (2019). Towards ecologically functional riparian zones: A meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes. *Journal of Environmental Management*, 249, 109391.
- Margalef, R. (Ed.). (2002). *Teoría de los sistemas ecológicos*. México: Alfaomega Grupo Editor S. A.
- Matteucci, S. D., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación* (Serie de Biología; v.22). Organización de los Estados Americanos.
- Mengist, W., Soromessa, T. y Legese, G. (2020). Ecosystem services research in mountainous regions: A systematic literature review on current knowledge and research gaps. *Science of the Total Environment*, 702, 134581.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. World Resources Institute.
- Möller, P. (2011). Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. *Gestión Ambiental*, 21, pp. 96-106.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, D. (Eds.). (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York, Estados Unidos: John Willy y Sons.
- Naiman, R.J., Décamps, H. y McClain, M.E. (Eds.). (2005). *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. San Diego, Estados Unidos: Academic Press.
- Noé, G.B. (2013). Interactions among hydrogeomorphology, vegetation, and nutrient biogeochemistry in floodplain ecosystems. En Shroder J. (Ed.). *Treatise on Geomorphology* (pp. 307–321). San Diego, Estados Unidos: Academic Press.
- Núñez, C. O., Cantero, J. J., y Petryna, L. (1998). Los hidrófitos del sur de la provincia de Córdoba (Argentina). *Revista UNRC*, 18(1), pp. 37–82.

- Núñez, C. O., Amuchástegui, M.A., y Cantero, J.J. (2018). Flora y vegetación del lago Dalcá (pp. 69–78). En M. Mancini (Comp.), *El lago urbano Dalcá. Estado ambiental y su importancia en la conservación de la biodiversidad* (170 p.). UniRío Editora.
- Odum, E. P., y Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of ecology* (5ª ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Ortega Uribe, J., Villaroel Torres, D., Paz, D. y Franqueza-Soler, M. (2014). *Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: Reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos*. <https://www.researchgate.net/publication/288658466>
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), pp. 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Perrig, P. L., Lambertucci, S. A., Cruz, J., Alarcón, P. A. E., Plaza, P. I., Middleton, A. D., Blanco, G., Sánchez-Zapata, J. A., Donázar, J. A., y Pauli, J. N. (2020). Identifying conservation priority areas for the Andean condor in southern South America. *Biological Conservation*, 243, 108494. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108494>
- Rahbek, C., Borregaard, M. K., Antonelli, A., Colwell, R. K., Holt, B. G., Nogues-Bravo, D., Rasmussen, C. M. Ø., Richardson, K., Rosling, M. T., Whittaker, R. J., y Fjeldsø, J. (2019). Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. *Science*, 365(6458), pp. 1114–1119. <https://doi.org/10.1126/science.aax0151>
- Raunkiaer, C. (Ed.). (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford, Estados Unidos: Oxford Clarendon Press.
- Richardson, D. M., y Rejmánek, M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species: A global review. *Diversity and Distributions*, 17, pp. 788–809.
- Riis, T., M., Kelly-Quinn, F.C. Aguiar, P., Manolaki, D., Bruno, M.D., Bejarano, N. y otros. (2020). Global Overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience* 70(6), pp. 501-514.

- Schneider, B., Hadad, H. R., y Rodríguez, E. E. (2021). *Plantas acuáticas del río Paraná Medio* (1ª ed.). Ediciones UNL.
- Thomaz, S. M., y Estévez, R. A. (2011). Comunidades de macrófitas acuáticas. En R. A. Estévez (Ed.), *Fundamentos de Limnología* (pp. 461–521). Interciencia.
- Verzino, G. E., Hernández, R. A., Meehan, A. R., Joseau, M. J., Osés, D. H., Frassoni, J., Sánchez, S., Clausen, G., Salgado, C. E., Sosa, E. E. y Cisternas, P. A. (2016). *Flora del bosque nativo del centro de Argentina: Valor paisajístico, tintóreo y apícola* (1ª ed.). Encuentro Grupo Editor.
- Villaruel-Parma, M., Kowoljow, E., y Zamudio, F. (2024). ¿Qué se valora del bosque nativo y cómo se pueden restaurar los agroecosistemas? Percepciones y preferencias de productores agrícola-ganaderos del Espinal, al sureste de Córdoba. *Ecología Austral*, 34, pp. 256–271.
- Wolverton, S. (2013). Ethnobiology 5: Interdisciplinarity in an era of rapid environmental change. *Ethnobiology Letters*, 4 (1), pp. 21–25.

Propuesta didáctica: Acciones para proteger la vegetación riparia

*Detalles pequeños, en apariencia insignificantes,
pueden tener un importante efecto
en la conducta de las personas
(Thaler y Susntein, 2023).*

La Enseñanza Situada como Enfoque para la Restauración Ecológica

Según Díaz Barriga (2006), el conocimiento no es algo aislado, sino que está intensamente influenciado por el contexto, la cultura y las actividades en las que se genera. Es decir, aprendemos en situaciones específicas que nos motivan y son culturalmente relevantes, y podemos transferir ese aprendizaje a otras situaciones similares o distintas. El aprendizaje, entonces, es un proceso social donde los estudiantes se integran en comunidades de aprendizaje. Tales contextos de enseñanza pueden facilitar o limitar el desarrollo de los estudiantes. A su vez, Fullan (2018) defiende una educación que no solo transmite conocimientos, sino que prepara a los estudiantes para ser ciudadanos activos y adaptables en un mundo cada vez más interconectado y cambiante. El mayor desafío es transformar las dinámicas tradicionales del aula y lograr una educación que realmente prepare a las personas para la vida. De aquí que el enfoque de enseñanza situada propuesto por Furman (2021) se basa en la idea de que el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes se sumergen en contextos reales y relevantes para ellos. Este modelo educativo promueve el desarrollo de competencias científicas a partir de la indagación activa y la resolución de problemas del mundo real, integrando de manera transversal la curiosidad, la experimentación y la creatividad.

Uno de los pilares fundamentales de este enfoque es aprender haciendo, donde los estudiantes son protagonistas de su aprendizaje, no como meros receptores de información, sino como investigadores y creadores.

La combinación de ciencia y arte en este proyecto no sólo fomenta el conocimiento ecológico, sino que también despierta la creatividad y la conciencia ambiental de los estudiantes. Integrar diversas disciplinas en el proceso de enseñanza promueve una comprensión más profunda de los fenómenos al permitir a los estudiantes abordar un mismo problema desde múltiples perspectivas.

En el caso de la restauración ecológica, la ciencia les permite a los estudiantes entender el papel de la vegetación en la protección del suelo, la conservación de los cauces de los ríos y la biodiversidad, mientras que el arte se convierte en una herramienta para expresar su relación emocional con la naturaleza, facilitando la sensibilización ambiental. Esta combinación de disciplinas refuerza la motivación intrínseca de los estudiantes al permitirles conectar lo aprendido en el aula con acciones concretas en el campo.

Uno de los principios clave de la enseñanza situada es que el aprendizaje debe tener sentido en el contexto inmediato de los estudiantes. En este proyecto, el entorno natural que rodea a las escuelas se convierte en un laboratorio viviente donde los estudiantes aprenden sobre los desafíos de la erosión del suelo y la pérdida de vegetación riparia, mientras participan activamente en la restauración de su ecosistema local. Así, el proyecto no sólo les proporciona conocimientos teóricos sobre ecología y biología, sino que también los involucra en la acción comunitaria, generando en ellos una comprensión más completa y personal sobre el valor de la naturaleza.

Es importante destacar la relevancia que cobra del trabajo colaborativo y el aprendizaje basado en la reflexión. A lo largo de las actividades del proyecto, los estudiantes trabajarán en grupos, lo que les permitirá desarrollar habilidades de cooperación, toma de decisiones y resolución de problemas. Además, a través de la reflexión conjunta sobre los resultados de la replantación y el impacto de la plantación de *Salix humboldtiana* en la restauración del ecosistema, los estudiantes podrán observar los efectos de sus acciones a lo largo del tiempo, reforzando el aprendizaje basado en la experiencia.

Este enfoque pedagógico no solo tiene como objetivo la adquisición de conocimientos científicos, sino también el desarrollo de competencias ciudadanas. En un mundo cada vez más afectado por el cambio climático y la degradación ambiental, es fundamental que los jóvenes comprendan su rol en la conservación y recuperación de los ecosistemas. El proyecto de restauración ecológica les brinda la oportunidad de actuar como agentes de cambio, participando activamente en la mejora de su entorno y tomando decisiones informadas basadas en la evidencia científica.

Para finalizar, el enfoque de enseñanza situada de Furman (2021) proporciona una base sólida para este proyecto pedagógico, al centrar el aprendizaje en problemas reales que los estudiantes pueden observar y resolver directamente. Al integrar la ciencia y el arte, y situar la acción educativa en el contexto local, este proyecto no solo contribuirá a la restauración ecológica de un espacio natural degradado, sino que también fomentará en los estudiantes una actitud reflexiva, crítica y creativa, preparándolos para enfrentar los desafíos ambientales del futuro.

Lineamientos generales para elaborar un proyecto de Restauración Ecológica

Replantando Vida: Restauración Ecológica de Ecosistemas Riparios con *Salix humboldtiana* Willd. “sauce criollo”, “sauce colorado”

Un relato para comenzar:

¿Alguna vez has oído hablar de un árbol que no solo crece cerca del agua, sino que también ayuda a curar el dolor? ¡Sí, existe! Se llama *Salix* spp., o como lo conocemos comúnmente, el sauce. Los antiguos *Celtas* lo llamaban así porque crece siempre cerca del agua, y los griegos lo usaban como medicina para curar a las personas, ¡hace más de 2.000 años!

Uno de los primeros en descubrir sus poderes fue Hipócrates, un famoso médico de la antigua Grecia. Hace más de 400 años antes de Cristo, les daba a las mujeres una infusión de corteza de sauce para aliviar el dolor de parto y bajar la fiebre. ¡Qué impresionante! Los estudiantes de Aristóteles, otro genio de la antigüedad, también hablaban maravillas de este árbol. Decían que tanto el

sauce como otro árbol llamado “Spirea” podían calmar dolores y fiebre.

Pero la magia del sauce no se detuvo en la antigüedad. Avanzando unos cientos de años, un médico llamado Dioscórides, que trabajaba para el emperador Nerón (sí, ¡el que tocaba la lira mientras Roma ardía!), descubrió que no sólo la corteza del sauce era útil, sino también sus hojas y frutos. Preparaba pócimas para curar desde dolores de gota hasta problemas de oído. ¿Sabías que, en ese tiempo, la gente creía que, porque el sauce crecía en lugares húmedos y fríos, también podía curar enfermedades causadas por la humedad, como el reuma?

Pero las cosas se pusieron oscuras durante la Edad Media. La Iglesia no veía con buenos ojos que algunas mujeres prepararan remedios con la corteza de sauce, y comenzaron a ser acusadas de brujería. ¡Todo por intentar curar a la gente! Sin embargo, el poder curativo del sauce era tan asombroso que, con el tiempo, científicos y médicos siguieron investigando sus secretos.

En el siglo XIX, un farmacéutico suizo llamado Johann Pagenstecher descubrió que, dentro de la corteza de otro árbol similar al sauce, la ulmaria, había una sustancia llamada salicina. Con esta sustancia comenzó la gran aventura que terminó en la creación de un medicamento que hoy todos conocemos: ¡la aspirina! Un químico alemán, Felix Hoffmann, trabajó en 1897 para hacer la fórmula más segura y menos molesta para el estómago. ¿Sabes cómo lo probó? ¡En su propio padre! Y funcionó tan bien que pronto la aspirina se volvió un éxito mundial.

La aspirina fue tan importante que incluso viajó a la Luna con la misión del Apolo XI en 1969, ¡el mismo viaje en el que el hombre pisó la Luna por primera vez! Y no solo eso, con los años los científicos siguieron descubriendo más y más usos para la aspirina, como prevenir ataques cardíacos y hasta posiblemente protegernos del cáncer de colon. ¡Es un verdadero superhéroe en forma de pastilla!

¿Y adivina qué? Todo comenzó gracias al sauce, ese árbol que crece cerca del agua y cuyas ramas nos dieron uno de los medicamentos más importantes de la historia. Así que, la próxima vez que veas un sauce, recuerda que estás frente a un verdadero héroe de la naturaleza.

Descripción del árbol y formas de reproducción

Árbol dioico (Figura 25), de 5-20 m de alto; tronco grueso con corteza rugosa; copa abierta, no péndula; ramas viejas castaño-rojizas, las jóvenes rojizas en los ejemplares masculinos y verde-oscuras en los femeninos. Hojas con pecíolos pilosos; láminas linear-lanceoladas, de 3,5-15 cm de largo, acuminadas, aserradas, glabras, generalmente pubescentes cuando jóvenes. Flores reunidas en racimos solitarios, péndulos. Flores estaminadas con 2-8 estambres. Flores pistiladas con ovario elipsoide. Cápsulas piriformes, de 4-5 cm de largo, brevemente pediceladas. Semillas numerosas, muy pequeñas, con un mechón de pelos blancos, dando aspecto algodonoso. Se reproduce por semillas y por estacas. Nativo de Argentina (Extraído de <http://buscador.floraargentina.edu.ar/species/>).

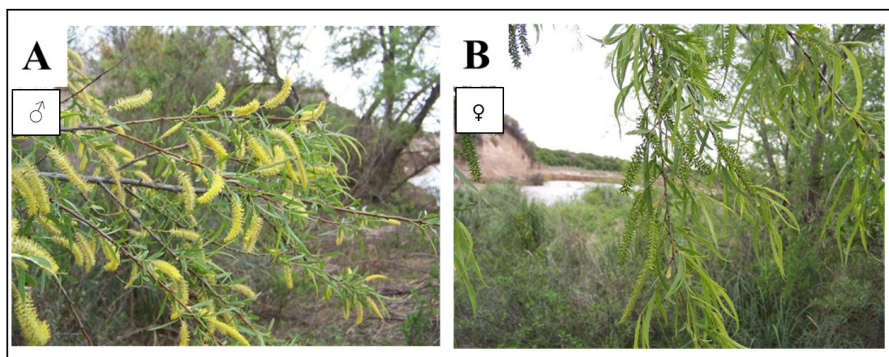


Figura 25. *Salix humboldtiana*. A. ♂ Pie masculino. B. ♀ Pie femenino. Sauce criollo. Árbol. Medicinal. Ornamental.

PROPAGACIÓN DEL SAUCE

El Sauce crece en el bosque de ribera, muy cerca del agua, tanto que se pueden ver sus raíces coloradas, de allí su nombre de sauce colorado.

Según Eynard *et al.* (2020), florece en septiembre y fructifica de octubre a diciembre. Es una especie heliófila y colonizadora, crece cerca de

los cursos de agua. Los frutos se recolectan cuando adquieren un color castaño oscuro y se dejan al sol hasta que comienzan a abrirse y aparecen las semillas con muchos pelos blancos. Las semillas se siembran en arena humedecida y si es posible desinfectada, cubiertas por tierra no mayor de 8 mm, no requieren ningún tratamiento previo. Tardan en germinar 15-20 días. Se trasplantan a los 6-7 meses, cuando alcanzan una altura de 25 cm.

Para reproducir esta especie por estacas, éstas se preparan en invierno, después de la caída de las hojas, contando trozos de 50 cm de largo y de unos 3-4 cm de diámetro. Se colocan en un sustrato drenado y húmedo, enterrando la estaca 2/3 de su longitud, esta tarea se puede realizar directamente en el sitio definitivo (Bardi *et al.*, 2016).

USOS

El principal uso del sauce criollo es para la obtención de madera. Su uso comenzó en la época colonial y sigue siendo la principal causa de la drástica disminución de su población.

La madera se caracteriza por ser dura, rojiza y con alta densidad (0,50 g/cm³), superior a la de todos los demás sauces (Giaccio *et al.*, 2022). Se utiliza tanto como combustible, como para la construcción y fabricación de cajones, mangos de herramientas y embalajes. Las ramitas y hojas pueden ser alimento para el ganado y sus flores producen néctar y polen. En medicina popular la corteza y hojas se emplean como antifebril y antiinflamatorio, y para el tratamiento tópico de heridas.

La corteza y en menor medida las hojas, contienen salicina, fenoglifos y oxalatos que tienen propiedades febrífugas, analgésicas, sedantes, tónicas, astringentes y antiespasmódicas para uso en medicina humana y veterinaria (Barboza *et al.*, 2009). Aunque menos estudiado, se ha demostrado que tiene la capacidad de acumular zinc y residuos de plaguicidas organoclorados en suelos de la Patagonia argentina (Eynard *et al.*, 2020) y cobre (Cu⁺²) (Adema *et al.*, 2022).

¿Qué ventajas generamos al favorecer la vegetación riparia?

- Controlar la erosión y restaurar los cauces naturales mediante la plantación de *Salix humboldtiana*, una especie nativa.

- Explorar la conexión entre el arte y la naturaleza a través de proyectos creativos que promuevan la sensibilización ambiental.
- Integrar a los estudiantes en la investigación, planificación y ejecución de la restauración, desarrollando competencias científicas y artísticas.

Fases del proyecto:

1. Introducción y sensibilización:

Organización de un taller inicial sobre los ecosistemas riparios y su importancia.

Exploración interdisciplinaria del entorno: al combinar ciencia (biología y ecología) con arte. Los estudiantes dibujarán, fotografiarán, elaborarán maquetas o collages con elementos naturales como hojas y ramas para representar el paisaje degradado y para capturar su estado actual.

Observarán cómo cambia el suelo con el agua y el viento, entendiendo el concepto de erosión mediante juegos o maquetas.

2. Investigación científica:

- Estudio del *Salix humboldtiana*: Características ecológicas y su papel en la protección del suelo y los cursos de agua.
- Diagnóstico del área a restaurar: Evaluar la erosión y las condiciones del cauce natural.
- Formas de propagación del *Salix humboldtiana* a través de estacas y semillas.

3. Planificación de la restauración:

- Definir áreas clave para la plantación de *Salix humboldtiana*.
- Diseñar el plan de acción: cómo, cuándo y dónde se plantarán los árboles y cómo se cuidará de ellos (tutorado, riego, control de hormigas y protección contra animales como liebres).

4. *Implementación artística y científica:*

- Replantación guiada por expertos en restauración ecológica.
- Los estudiantes crearán murales o esculturas con elementos naturales que representen la restauración, utilizando ramas de los sauces u otros materiales locales.

5. *Monitoreo y evaluación:*

- Seguimiento del crecimiento del *Salix humboldtiana* y la evolución del ecosistema ripario.
- Exposición de los trabajos artísticos y científicos, con una reflexión sobre el impacto de la restauración.

6. *Difusión y cierre:*

- Presentación del proyecto en redes sociales locales o instituciones educativas, destacando la importancia de la restauración ecológica.
- Publicación de un portafolio que integre ciencia y arte: fotos de todas las etapas del trabajo realizado, esquemas y reflexiones de los estudiantes.
- Los estudiantes de los primeros grados pueden aprender sobre la importancia del *Salix humboldtiana* a través de cuentos o historias visuales que narren sus compañeros de grados o cursos más elevados.

ANEXO 1. Fotografías de plantas



Myriophyllum quitense. Hidrófita Sumergida.



Potamogeton ferrugineus. Hidrófita con hojas natantes, arraigada en la base del lecho del río.



Hydrocotyle bonariensis. Flotante arraigada. Medicinal.



Oenothera rosea. Hierba palustre, ornamental.

Anexo 2. Catálogo de las especies relevadas.

Familia	Nombres vulgares	Especies	Forma de vida	PALUSTRES	ACUÁTICAS	TERRESTRES	NATIVAS	NO NATIVAS	MEDICINALES	POLINIZACIÓN (INSECTOS)	ORNAMENTALES	INVASORAS	TÓXICAS	FORRAJERAS
Anacardiaceae	Molle de beber	<i>Lithraea molleoides</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Apiaceae	Apio silvestre	<i>Cyclospermum leptophyllum</i>	Terófito			1	1		1	1	1			
Apiaceae	Zanahoria silvestre	<i>Daucus pusillus</i>	Terófito			1	1		1					
Apiaceae	Caraguatá	<i>Eryngium paniculatum</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1				
Apiaceae	Paragüita	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			
Asteraceae	altamisa, ajeno del campo	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1				
Asteraceae	falsa manzanilla, manzanilla hedionda	<i>Anthemis cotula</i>	Terófito			1		1		1				
Asteraceae	ajeno dulce	<i>Artemisia annua</i>	Terófito			1		1	1	1		1		
Asteraceae	Yuyo de san vicente	<i>Artemisia verlotiorum</i>	Hemicriptófito			1		1	1	1				
Asteraceae	Romerillo	<i>Baccharis aliena</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			

Asteraceae	Chilca	<i>Baccharis salicifolia</i>	Fanerófito			1	1		1	1				
Asteraceae	Amor seco	<i>Bidens pilosa</i>	Terófito			1	1		1	1				
Asteraceae	Amor seco	<i>Bidens subalternans</i>	Terófito			1	1		1	1				
Asteraceae	Gamo-cheta	<i>Gamo-chaeta americana</i>	Hemicrip-tófito			1	1		1	1				
Asteraceae	Marcela macho	<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i>	Hemicrip-tófito			1	1		1	1	1			
Asteraceae	Vara de oro	<i>Solidago chilensis</i>	Hemicrip-tófito			1	1		1	1	1			
Asteraceae	Cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>	Hemicrip-tófito			1		1	1	1				
Asteraceae	Rama negra de bañados	<i>Symphytichum subulatum</i>	Hemicrip-tófito	1			1		1	1				
Asteraceae	Suico, chinchilla	<i>Tagetes minuta</i>	Terófito			1	1		1	1				
Asteraceae	Cola leche, flor de huso	<i>Vernonanthura nudiflora</i>	Hemicrip-tófito			1	1			1	1			
Asteraceae	Abrojo grande	<i>Xanthium strumarium</i>	Terófito			1	1		1	1			1	
Blechnaceae	helecho de las Malvinas, helecho penna-marina	<i>Austroblechnum pennamarina</i>	Hemicrip-tófito			1		1	1		1			
Brassicaceae	Mostacilla	<i>Hirschfeldia incana</i>	Hemicrip-tófito			1		1	1	1				
Bromeliaceae	Puya	<i>Puya spathacea</i>	Caméfito			1	1			1	1			
Calyceraceae	cardo torito	<i>Acicarpa tribuloides</i>	Terófito		1		1		1	1		1		

Chenopodiaceae	Paico	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1				
Commelinaceae	Flor de Santa Lucía	<i>Commelina erecta</i>	Caméfito			1	1		1	1	1			
Convolvulaceae	Bejuco	<i>Ipomoea cairica</i>	Fanerófito trepador			1	1		1	1	1			
Crassulaceae	Crassula pedunculada	<i>Crassula venezuelensis</i>	Hemicriptófito	1			1		1		1			
Cyperaceae	Junquillo	<i>Cyperus eragrostis</i>	Hemicriptófito			1	1		1					
Cyperaceae	Junquillo	<i>Cyperus aggregatus</i>	Hemicriptófito			1	1		1					
Cyperaceae	Junquillo	<i>Eleocharis montana</i>	Hemicriptófito	1			1		1					
Euphorbiaceae		<i>Bernardia multicaulis</i>	Fanerófito			1	1							
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton argentinus</i>	Fanerófito			1	1		1	1				
Euphorbiaceae	Falso café	<i>Manihot grahamii</i>	Fanerófito			1	1		1	1		1	1	
Fabaceae	Galactia	<i>Galactia latisiliqua</i>	Caméfito			1	1			1				
Fabaceae	Acacia negra	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Fabaceae	Espinillo	<i>Vachellia caven</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Fagaceae	Roble europeo	<i>Quercus robur</i>	Fanerófito			1		1				1		
Haloragaceae	Helechito de agua, cola de zorro	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Hidrófito		1		1				1			
Hydrocharitaceae	Elodea	<i>Elodea callitrichoides</i>	Hidrófito		1		1				1			1
Iridaceae	Junquito	<i>Sisyrinchium iridifolium</i>	Hemicriptófito			1	1							

Juncaceae	Junquillo	<i>Juncus capillaceus</i>	Hemicriptófito	1			1							
Juncaceae	Junquillo	<i>Juncus imbricatus</i>	Hemicriptófito	1			1							
Juncaceae	Juncillo chico	<i>Juncus microcephalus</i>	Hemicriptófito	1			1							
Lythraceae	Siete sangrías	<i>Cuphea glutinosa</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			
Lythraceae	Litrum	<i>Lythrum hyssopifolium</i>	Hemicriptófito	1			1		1	1				
Lythraceae	Queibra arado	<i>Heimia salicifolia</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Malvaceae	Pavonia	<i>Pavonia aurigloba</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Malvaceae	Escoba dura	<i>Sida rhombifolia</i>	Fanerófito			1	1		1	1				1
Meliaceae	Paraíso	<i>Melia azedarach</i>	Fanerófito			1		1		1		1	1	
Moraceae	Morera blanca	<i>Morus alba</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Oleaceae	Fresno americano	<i>Fraxinus americana</i>	Fanerófito			1		1				1		
Oleaceae	Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Oleaceae	Ligustrina	<i>Ligustrum sinensis</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Onagraceae	Flor de la oración	<i>Oenothera affinis</i>	Hemicriptófito			1		1	1	1	1			
Onagraceae	Flor de la oración	<i>Oenothera indecora</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			
Onagraceae	Flor de la oración	<i>Oenothera rosea</i>	Hemicriptófito			1		1	1	1	1			
Orobanchaceae	agalinis o falsa carmin	<i>Agalinis communis</i>	Terófito			1	1		1	1	1			
Oxalidaceae	Vinagrillo amarillo	<i>Oxalis conorrhiza</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			

Papavera- ceae	cardo san- to blanco	<i>Argemone hunnemannii</i>	Hemicrip- tófito			1	1		1	1	1			
Passiflora- ceae	Pasiflora	<i>Passiflora caerulea</i>	Fanerófito trepador			1	1		1	1	1			
Pinaceae	Pino de Elliot	<i>Pinus elliottii</i>	Fanerófito			1		1			1	1		
Poaceae	Cortadera	<i>Cortaderia selloana</i>	Fanerófito			1	1		1		1			
Poaceae	Capín, ca- pín arroz	<i>Echi- nochloa crusgalli</i>	Terófito			1		1						
Poaceae	Pasto Llórón	<i>Eragrostis curvula</i>	Hemicrip- tófito			1		1						1
Poaceae	Pasto borla	<i>Eustachys disti- chophylla</i>	Hemicrip- tófito			1	1				1			1
Poaceae	Pata de gallina	<i>Eustachys retusa</i>	Hemicrip- tófito			1	1							1
Poaceae	Pasto de agua	<i>Leersia hexandra</i>	Hidrófito	1			1							1
Poaceae	Pasto rosado	<i>Melinis repens</i>	Hemicrip- tófito			1		1				1		
Poaceae	Pasto Horqueta	<i>Paspalum nicorae</i>	Hemicrip- tófito			1	1							1
Poaceae	Pasto miel	<i>Paspalum notatum</i>	Hemicrip- tófito			1	1		1					1
Poaceae	paja colo- rada	<i>Paspalum quadri- farium</i>	Hemicrip- tófito			1	1				1			1
Poaceae	Cola de zorro	<i>Polypogon elongatus</i>	Hemicrip- tófito	1			1							
Poaceae	Pasto pluma	<i>Schyzachi- rium plu- migerum</i>	Hemicrip- tófito			1	1		1		1			
Poaceae	Baraval	<i>Setaria parviflora</i>	Hemicrip- tófito			1	1							
Poaceae	Pasto vaca	<i>Sorghas- trum pellitum</i>	Hemicrip- tófito			1	1		1					1
Poaceae	Sorgo de alepo	<i>Sorghum halepense</i>	Hemicrip- tófito			1		1				1		1

Poaceae	Pasto tierno	<i>Steinchisma bians</i>	Hemicriptófito			1	1			1				
Polygonaceae	Lagunilla	<i>Polygonum acuminatum</i>	Hemicriptófito	1			1		1	1				
Polygonaceae	Cien nudos	<i>Polygonum aviculare</i>	Terófito			1	1			1				
Polygonaceae	Pimiento de agua	<i>Polygonum hidropiperoides</i>	Hemicriptófito	1			1		1	1				
Polygonaceae	Lengua de vaca	<i>Rumex crispus</i>	Hemicriptófito			1		1	1					
Potamogetonaceae	Potamogeton	<i>Potamogeton ferrugineus</i>	Hidrófito		1		1				1			
Primulaceae	No me olvides, pimpinela escarlata	<i>Anagallis arvensis</i>	Terófito			1		1	1	1			1	
Pteridaceae	culantrillo	<i>Adiantum raddianum</i>	Criptófito			1	1		1		1			
Pteridaceae	culantrillo o culantrillo de pozo	<i>Adiantum thalictroides</i>	Criptófito			1	1		1		1			
Ranunculaceae	Ranunculo	<i>Ranunculus flagelliformis</i>	Hemicriptófito		1		1		1					
Rhamnaceae	Espina de la cruz	<i>Colletia spinosissima</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Rosaceae	Sacha durazno	<i>Kageneckia lanceolata</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Rosaceae	Yerba de la perdiz	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Caméfito			1	1		1					
Rosaceae	Duraznero	<i>Prunus persica</i>	Fanerófito			1		1		1				
Rosaceae	Grateus, espino de fuego	<i>Pyracantha crenulata</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Rosaceae	Rosa silvestre	<i>Rosa rubiginosa</i>	Fanerófito			1		1		1		1		

Rosaceae	Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	Fanerófito			1		1	1	1		1		
Rubiaceae	Galium	<i>Galium latoramosum</i>	Hemicriptófito			1	1		1					
Rubiaceae	Galium	<i>Galium richardianum</i>	Hemicriptófito			1	1		1					
Salicaceae	Alamo blanco	<i>Populus alba</i>	Fanerófito			1		1		1		1		
Salicaceae	Mimbre negro	<i>Salix fragilis</i>	Fanerófito			1		1		1				
Salicaceae	Sauce criollo	<i>Salix humboldtiana</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Salicaceae	Mimbre negro	<i>Salix viminalis</i>	Fanerófito			1		1		1				
Solanaceae	Duraznillo negro	<i>Cestrum parqui</i>	Fanerófito			1	1		1	1			1	
Solanaceae	Flor de sapo	<i>Nicotiana longiflora</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			
Solanaceae	Hediondillo del monte	<i>Solanum argentinum</i>	Fanerófito			1	1		1	1				
Solanaceae	Espina colorada	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Ulmaceae	Olmo	<i>Ulmus pumila</i>	Fanerófito			1		1				1		
Verbenaceae	Lantana	<i>Lantana grisebachii</i>	Fanerófito			1	1		1	1	1			
Verbenaceae	Verbena	<i>Verbena litoralis</i>	Hemicriptófito			1	1		1	1	1			
Violaceae	Violeta	<i>Viola arvensis</i>	Hemicriptófito			1		1						
Violaceae	Violeta	<i>Viola japonica</i>	Hemicriptófito			1		1						
				11	5	94	78	32	68	68	40	18	5	

Del río a la comunidad: un año de actividades para conocer y proteger el Quillinzo

Luciana Cibils-Martina¹, Daniel Ulla², Virginia García², Romina E. Príncipe¹

En el año 2022 la ONG Monterita del Quillinzo llevó la inquietud a la Universidad Nacional de Río Cuarto de comenzar a realizar estudios para conocer y monitorear el río Quillinzo en la localidad de Villa Cañada del Sauce. Su intención: aportar a la conservación del ecosistema fluvial, cuidar la pureza del río, preservar el ambiente en su amplia dimensión, invitando a la Universidad a ir a territorio y ser parte de ese proyecto.

Hubo varias reuniones para conocernos, acordar acciones y sumar participantes a las diferentes propuestas. En agosto de 2022 diferentes grupos

1 Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Ambiente (ICBIA), CONICET-UNRC. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, UNRC.

2 ONG Monterita del Quillinzo.

de la UNRC viajaron desde Río Cuarto juntos compartiendo el viaje y comenzaron muestreos estacionales para relevar la hidrogeología, análisis bacteriológicos, de vegetación, de comunidades de algas, invertebrados, anfibios y aves, y valorar la calidad ecológica del ecosistema (Figura 1).



Figura 1. Equipo de la ONG Monterita del Quillnzo y de Grupos de Investigación de la UNRC (arriba) en el comienzo de los monitoreos para valorar la calidad ecológica del río Quillnzo a partir de diferentes comunidades y variables del ecosistema fluvial (abajo).

¿Cómo contamos lo que estábamos haciendo?

A lo largo del año de monitoreos se propusieron diferentes actividades para dar a conocer con la comunidad lo que estábamos haciendo. Esto propició espacios de acercamiento y diálogo entre los investigadores, los pobladores y visitantes de Villa Cañada del Sauce. Nos permitió compartir experiencias, saberes, preocupaciones, abrir nuevos interrogantes y sobre todo el disfrute de la naturaleza (Figura 2).

Las actividades que se llevaron a cabo fueron variadas y transcurrieron a lo largo del año:

- Jornada de plantas medicinales y aromáticas “Encuentro de saberes”, para el reconocimiento de especies, compartiendo conocimientos con gente de la comunidad, a cargo del MSc. César Nuñez, MSc. Andrea Amuchástegui de la Cátedra de Botánica de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC y la Sra. Gabriela Elena Oviedo, conocedora local.
- Gestión de monte nativo en la planificación urbana, a cargo de MSc. César Nuñez y MSc. Andrea Amuchástegui de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC.
- Salidas de Avistajes de aves.
- Exposición de fotografías de aves del Centro de Observadores de Aves COA Río Cuarto.
- Charla “Serpientes, arañas y alacranes. Mitos y verdades”, con la participación del Dr. Pablo Brandolín de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la UNRC y la enfermera Silvina Da Rosa a cargo del dispensario del lugar.
- Charla sobre la Rana Toro y su problemática, a cargo del Grupo de Investigaciones Herpetológicas de Río Cuarto.
- Caminata de reconocimiento “Diversidad de hongos en las sierras de Córdoba”, a cargo del Dr. Gerardo Robledo, investigador CONICET y Fundación Fungicosmos.
- Jornada Gran día de la naturaleza, en la cual se organizaron actividades variadas:

- Pajareada
 - Plantación comunitaria de sauce criollo
 - Títeres
 - Charla “En búsqueda de la protección del río Quillín: descubriendo su diversidad acuática” a cargo del Grupo de Investigación en Ecología Acuática.
- Encuentro con ganaderos: Por una ganadería sustentable.

Muchas de las actividades se realizaron con el Centro Educativo Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce, que se describen en el próximo capítulo.

También se fueron generando contenidos para compartir en redes sociales, a través de la mirada curiosa de la Monterita (<https://www.instagram.com/monteritadelquillín/>), dando lugar a un gran intercambio en el grupo de WhatsApp de la comunidad, con el planteo de inquietudes acerca de los avances de los monitoreos.



Figura 2. Actividades de popularización de la ciencia desarrolladas en Villa Cañada del Sauce entre la ONG Monterita del Quillín y Grupos de Investigación de la UNRC.

Llegando al final de los monitoreos...

Cuando empezamos a charlar sobre cómo íbamos a comunicar a la comunidad los resultados finales de los monitoreos, y todo lo trabajado en conjunto con la Monterita para concientizar y sensibilizar sobre la importancia de preservar el río, surgieron diferentes ideas, entre ellas este libro. A la vez surgió la idea de realizar una Feria de Ciencia y Arte. Así fue como empezamos a coordinar acciones, y buscar formas de financiar los gastos, y con gran esfuerzo pudimos realizar la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz” en diciembre de 2023.

La planificación de la Feria

La divulgación científica es una tarea ineludible de los investigadores, como retribución a la sociedad. Como parte de nuestra labor científica, esperábamos que esta actividad pudiera contribuir a la concientización sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas fluviales y a la toma de decisiones de manejo y estrategias de conservación concretas. En este sentido, el arte y la ciencia ofrecen diferentes miradas a una realidad, que son cada vez más necesarias para el análisis y sensibilización de problemáticas ambientales y la llamada a la acción. La ciencia y el arte manifiestan puntos de encuentro que exploran nuevos espacios de posibilidades, y la divulgación científica articulada con propuestas artísticas es un nuevo desafío que puede potenciar el impacto sobre los espectadores (Lombardelli, 2017). Consideramos que el arte y la ciencia son poderosas herramientas que pueden complementarse mutuamente para promover la conciencia sobre la conservación de los ríos. Nuestro propósito fue que las personas puedan tener una mirada más profunda y una conexión emocional con los ríos, a través de la creación de puentes entre el arte y la ciencia. Al fomentar la apreciación y el respeto hacia estos ecosistemas acuáticos, esperamos inspirar a las personas a tomar medidas concretas para su conservación. Por ello, con esta propuesta esperábamos:

- Sensibilizar a la población sobre la importancia del ecosistema acuático y su conservación.
- Divulgar la forma de trabajo del científico y comunicar resultados de investigaciones realizadas en el área.
- Estimular la curiosidad, la participación y el diálogo en relación a la conservación de los ríos.

En la planificación, considerábamos de importancia concretar una actividad de divulgación dirigida a un público más amplio, que incluyera residentes y turistas, dada la importancia de ambos en el uso y la conservación del río Quillín. Además, buscábamos que la actividad llegara al público no sólo como una propuesta educativa o informativa sino que también lo movilizara desde lo emocional, es decir, desde las sensaciones, emociones o vivencias que el río despierta en residentes y visitantes. En este sentido, consideramos que el arte era el puente necesario para lograr sensibilizar a los participantes de esta feria, siendo además un elemento clave convocante en una localidad turística (Figura 3).



Figura 3. Cartel de promoción de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillín” desarrollada en Villa Cañada del Sauce en diciembre de 2023.

Y llegó el día!

Luego de muchas reuniones, coordinación de tareas, recorridas buscando lugar, gente y apoyo económico para cubrir gastos de materiales y movilidad, logramos concretar esta propuesta. El lugar elegido fue “El Club”, un espacio al aire libre en la comuna de Villa Cañada del Sauce a orillas del río Quillinzo, el cual cuenta con mesas y sillas, baños públicos y escenario. Un lugar de referencia para la comunidad, donde se realizan eventos comunitarios y las fiestas patronales.

El día comenzó gris, con la amenaza de tormentas que podían aguar algunos planes. Sin embargo, con entusiasmo seguimos adelante con el armado de carpas, stands, banderines, carteles, escenario, sonido y mural, entre otros. Finalmente el sol salió, y pudimos disfrutar de una hermosa jornada llena de actividades.

Se organizaron stands temáticos de los diferentes grupos de investigación de la universidad, Monterita, la escuela Adolfo Alsina (ver capítulo 11), artesanos del lugar y la zona, y pobladores con productos regionales. Los stands de los grupos de investigación y Monterita mostraban mediante infografías, maquetas, posters, y juegos las diferentes comunidades o temas de trabajo, y algunos resultados de los relevamientos realizados en la comuna (Figura 4). En cada stand se podían observar organismos mediante el uso de microscopio óptico y lupas de mano y dialogar con los investigadores sobre su trabajo. Se ofrecieron actividades con materiales didácticos para conocer la diversidad del ecosistema fluvial. Estos materiales incluyeron dibujos para pintar, infografías con preguntas para responder, réplicas a escala de organismos microscópicos realizadas con impresora 3D para jugar con masa, y diversos juegos para reconocer cantos de anfibios y aves, unir con flechas, juego de memoria, entre otros.

Algunos stands incluyeron la venta de productos locales y artesanales que mostraban las producciones que podemos obtener y disfrutar de los ecosistemas naturales (Figura 5).



Figura 4. Stands de Grupos de Investigación de la UNRC y la ONG Monterita del Quillín en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillín”.



Figura 5. Participación de artesanos y pobladores locales con productos regionales en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”.

En un momento del desarrollo de la feria invitamos a los participantes a acercarse a la orilla del río para compartir en el lugar cómo es la forma de trabajo y propiciar una mirada diferente del entorno natural asociado al río, sus márgenes y la vida oculta bajo el agua, las rocas y la vegetación (Figura 6). Luego, los invitamos a participar en la recolección de organismos de algunas comunidades, dialogando sobre sus formas de vida y destacando su rol en el funcionamiento del ecosistema y en las contribuciones que el mismo brinda a las personas.



Figura 6. Estaciones de trabajo en el río Quillinzo con investigadores de la UNRC para “mirar el río con otros ojos” en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”.

El arte omnipresente

El arte fue un protagonista importante en el desarrollo de la Feria. Cada grupo pensó diferentes maneras de incorporarlo en los stands (Figura 7), se armó una lista de reproducción para que la música vinculada al agua y los ríos acompañara en todo momento, hubo narrativas y contamos con la participación de algunos artistas que completaron y enriquecieron la obra.



Figura 7. Actividades artísticas incorporadas a los stands de los Grupos de Investigación de la UNRC en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”.

Una parada importante en la jornada fue acercarse al mural participativo para dar unas pinceladas de color a la obra de la artista Cecilia Cibils (Figura 8). Este mural se convirtió en una representación visual de la importancia de la conservación de los ríos y su conexión con la comunidad, buscando captar la atención de las personas con colores llamativos e imágenes duraderas. Estuvo creado con formas curvas, libres, que fluyen como el movimiento de los ríos, con insectos, microorganismos, algas, anfibios y la monerita presentes en tonalidades acordes a la vida en los ríos.

También contamos con la intervención del humorista gráfico Claudio Furnier, que cautivó la atención de niños y adultos con dibujos personalizados de la fauna regional (Figura 9).



Figura 8. Mural participativo a cargo de Cecilia Cibils en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”.

Se destacó la obra de títeres “Un cachalote y su semilla” a cargo de Marcos Furnier (Figura 10). También la literatura estuvo presente a través de narrativas escritas por la MSc. María Elisa Luque, y las narraciones y lecturas de fábulas y cuentos que nos relató Andrea Dalmaso (Figura 11). También se hicieron presentes, un grupo de mujeres tejedoras que andaban por el lugar que entre bailes y tejidos se unieron a la fiesta (Figura 5).



Figura 9. Dibujos personalizados de la fauna regional a cargo de Claudio Furnier en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”.



Figura 10. Obra de títeres “Un cachalote y su semilla” a cargo de Marcos Furnier en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzó”.

En su recorrido no deja nada al azar porque discurre sereno, desplegando vivos colores, aromas, exaltando su riqueza, favoreciendo la vida, en esta algarabía musgos y hepáticas son centinelas desde la ribera. El río es afable y servicial, permite que la luz penetre en su seno, por ello viven las bacterias, algas y hongos; algunos organismos cubren las rocas de vistosos matices, diversas macrófitas con sus tallos flexibles y sus hojas estrechas danzan en sus aguas, macroinvertebrados construyen sus casas, se alimentan y reproducen, los anfibios intentan una melodía, los peces rondan buscando su sustento, las aves se acercan para beber y buscar materiales para sus nidos, algunos mamíferos predominan en tramos menos perturbados y en su recorrido inferior con aguas plácidas cobija a comunidades planctónicas, y los arbustos y vegetación de menor talla custodian su lecho.

Río de vida permíteme acercarme, permíteme introducir en ti mis pies, mis manos, permiso deseo estudiarte...

“Hombre piensa sereno, busca en tu interior la calma, cierra tus ojos y escucha el sonido de mi corriente al pasar, inhala el perfume desplegado, piensa en el mar, no me dañes, no me atropelles, no me dejes llorar, no me hagas temblar, seamos cordiales, mírame de frente, deja por un instante por favor de hablar, sólo siente, solo escucha mi palpitir, que es existencia, es vida, es dar”

María Elisa Luque



Figura 11. Lecturas de fábulas y cuentos a cargo de Andrea Dalmaso, y narrativas escritas por la MSc. María Elisa Luque en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzó”.

El momento musical estuvo a cargo primero de la interpretación de la Zamba del Quillín por niños y niñas de la escuela Adolfo Alsina, que compartieron esta obra rescatada por el historiador Carlos Pardo (ver capítulo 11). Y para cerrar la jornada contamos con la participación del Ensamble de Música Popular Argentina y Latinoamericana de la UNRC, que llenó de folklore la jornada, e invitó a bailarines a disfrutar de nuestra música en el atardecer de las sierras (Figura 12).



Figura 12. Interpretación de la Zamba del Quillín por estudiantes de la escuela Adolfo Alsina (arriba), y participación del Ensamble de Música Popular Argentina y Latinoamericana de la UNRC (abajo) en el marco de la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillín”.

Repercusiones de la Feria

Los participantes dejaron comentarios muy gratificantes sobre la posibilidad de conectarse con el río de otra manera, descubrir sus habitantes, y compartir de una jornada distendida de diálogos e intercambios de experiencias y conocimientos (Figura 13).

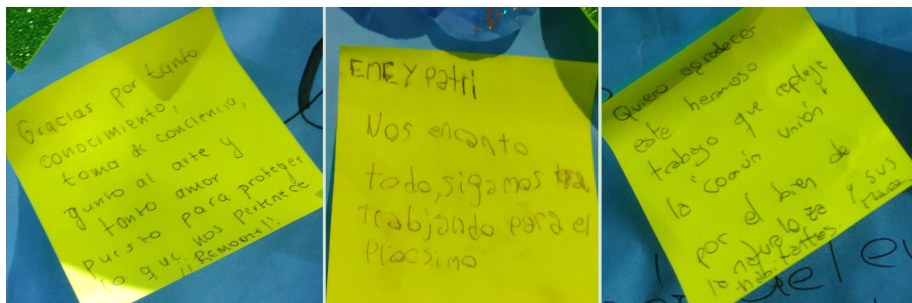


Figura 13. Comentarios sobre la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz”.



Figura 14. Representantes de la ONG Monterita del Quillínz y de Grupos de Investigación de la UNRC en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz”.

Esta experiencia fue compartida en el IX Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia (COPUCI), que se llevó a cabo en octubre de 2024 en San Luis (Cibils Martina *et al.* 2024). En esta instancia se destacó la importancia de potenciar la belleza de la naturaleza y el amor por descubrirla y protegerla como una manera de interpelar a la sociedad en la reflexión sobre la conservación de los ecosistemas. Y surgió además la necesidad de que la comunidad se apropie de actividades como esta para que se sostengan en el tiempo.

Los puentes entre la ciencia y el arte, y entre las personas (Figura 14), favorecen una mirada más profunda y una conexión emocional con los ríos. Fomentar la apreciación y el respeto hacia estos ecosistemas acuáticos, puede inspirar su conservación.

Referencias bibliográficas

- Cibils Martina, L., Principe, R., Peirone, S., García, V., Ulla, D. y Nuñez, C. (2024). Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz”: tendiendo puentes para la conservación de los ríos. Libro de resúmenes del IX Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, COPUCI 2024. San Luis, Argentina.
- Lombardelli, M.J. (2017). La potencialidad del arte como medio y plataforma para la divulgación. CIEPAAL. Libro de resúmenes del *1er Congreso Internacional de Enseñanza y Producción de las Artes en América Latina*. La Plata. Argentina.

Puentes de saberes sobre el Quillinzo: Una experiencia de vinculación con la escuela en la creación de entornos favorables para la educación ambiental

Silvia Peirone¹

*Importa qué historias contamos
para contar con ellas otras historias.*

*Importa qué conceptos pensamos
para pensar con ellos otros conceptos.*

Al igual que el río Quillinzo, este torrente de voluntades se va conformando con numerosos afluentes -que desde diferentes vertientes- confluyen en un propósito común: conocer, interpretar y valorar el ambiente, para pensar juntxs² futuros posibles, sanos, justos y diversos. Este relato es una

1 ONG Monterita del Quillinzo

2 Nota respecto del uso de la -x;

Se adhiere a la visión de Acosta Matos (2016) quién plantea que, [...] el uso de la -x añade

invitación a reflexionar acerca de la relación entre las personas y la naturaleza, a replantearnos dicho vínculo, desde una actitud crítica y responsable.

Allá en las nacientes de este río de intenciones, la Universidad Nacional de Río Cuarto, la ONG Monterita del Quillinzo y la comuna de Villa Cañada del Sauce confluyen, compartiendo la idea de comprometerse a trabajar de manera conjunta y articulada. La ONG Monterita del Quillinzo³, conformada por un grupo de habitantes y amigxs preocupadxs por los problemas ambientales que emergen en la cuenca de este río. Personas sensibles, motivadas y problematizadas, que deciden trasladar su “charla de reposera en la playita”, a acciones concretas de conservación. Dicha organización promueve la convivencia armónica entre los pobladores y la naturaleza nativa de este territorio, fomenta estudios científicos que permitan ampliar el conocimiento de la calidad de estos ambientes y promueve actividades de cuidado de los mismos. Por su parte, la UNRC acerca su proyecto de extensión “Calidad del río Quillinzo y educación ambiental: hacia un uso sustentable del territorio en la comuna turística de Villa Cañada del Sauce”, planteado desde una perspectiva de abordaje multidisciplinar del ambiente. Ambas organizaciones colaboran y coordinan acciones con el gobierno municipal local, que sostiene y acompaña en el territorio.

El río va engrosando su caudal en la confluencia de estas arterias - ONG, Universidad y comuna local- en las actividades de monitoreo periódico del río, el desarrollo de charlas y talleres sobre problemáticas ambientales emergentes de la comunidad: salidas de observación de aves, encuentro de saberes sobre plantas medicinales y aromáticas, gestión del monte nativo en la planificación urbana, sobre serpientes, arañas y alacranes: mitos y verdades, la rana toro, caminata de reconocimiento diversidad de hongos en ambientes serranos.

En un remanso necesario del discurrir, “Monterita” se reúne para pensarse y pensar su componente de educación ambiental. ¿Desde qué perspectivas abordar la temática? ¿Qué posicionamiento adoptar ante los con-

más ambigüedad con respecto a la identidad y el género del referente. La -x da la posibilidad a quien escribe de no asignar una identidad de género no deseada a los referentes del enunciado [...]. La -x también puede expandir las posibilidades de identificación de las personas cuyas identidades no se enmarcan dentro del binario limitante femenino / masculino, por lo que aumenta las posibilidades en que una persona puede ser identificada (por otros) o como ella misma puede identificarse (Acosta Matos, 2016, p. 49).

3 Su nombre refiere a un ave frecuente en la cuenca del río Quillinzo (*Microspingus melanoleucus*), generalmente formando pequeñas bandadas.

flictos socioambientales? ¿Cuál es el rol de la comunicación y la educación en su misión organizacional? ¿Cuán importante es la articulación con otras organizaciones de la región? En esta reflexión es crucial definir las maneras de vincularse con las escuelas, considerando la necesidad de configurar redes comunitarias y regionales, para el abordaje de la educación ambiental. En este sentido es que se concibe el acercamiento a la escuela de Villa Cañada del Sauce; para conocer su realidad, sus particularidades, sus intereses y necesidades. Considerando esto, se elabora una propuesta que procura orientar este importante proceso de conocimiento y construcción de vínculos con compromiso ambiental.

Propuesta de vinculación ONG Monterita del Quillinzo - Escuela Primaria

La intencionalidad de la presente propuesta es invitar a la comunidad educativa de la escuela primaria Adolfo Alsina de Cañada del Sauce, a reflexionar sobre el sentido de nuestras organizaciones en la comunidad, sopesar la oportunidad y el desafío de pensar de manera conjunta escenarios futuros, posibles y construibles. Es un llamado a asumir el compromiso irrenunciable y la responsabilidad que como ciudadanxs y educadores tenemos en el contexto global y local en el que nos toca vivir y educar, una convocatoria a aceptar el reto de transformarnos para transformar positivamente nuestro mundo y nuestra sociedad. Proponemos pensar en una educación ambiental orientada hacia la sostenibilidad de la vida, como una oportunidad para el encuentro, para la co-creación de contextos futuros alcanzables y justos. Configurar este estilo de educación no se trata de agregar algo más al currículum; se trata de re-orientar su propósito y de integrar naturalmente los valores en los entornos de aprendizaje. Cuando hacemos esto, otorgamos sentido y significatividad a lo aprendido, y honramos las posibilidades y el potencial transformador de nuestrxs estudiantes.

Desde este marco, proponemos un acercamiento entre nuestra organización y la institución educativa. Somos renuentes a la idea de aferrarse a una “receta a seguir”, dadas las singularidades identitarias de cada comunidad y en particular de cada escuela; no obstante, sabemos que siempre ayuda contar con alguna guía, es por ello que esbozamos esta secuencia de acciones a modo orientativo para ser compartida y reelaborada de manera conjunta.

Hoja de Ruta:

1. Tomar contacto con lxs referentes de la escuela y concertar un primer encuentro.
2. Concretar un encuentro para conocernos, expresar expectativas e intereses y reconocernos en nuestras misiones para con la comunidad.
3. Trabajar en una Visión común, un marco de referencia que oriente las prácticas educativas.
4. Elaborar un diagnóstico que permita identificar qué proyectos ya hay en marcha en la escuela, para potenciarlos.

Habiendo transitado estos primeros pasos, podremos diseñar acciones a partir de la noción de transformación con el otrx y no en contra o a pesar del otrx, es una oportunidad de aprendizaje desde la cooperación.

5. En sucesivos encuentros -presenciales y virtuales- ir definiendo los espacios curriculares y las estrategias que permitan un abordaje integral y sinérgico.
6. Planificación conjunta de las secuencias de actividades áulicas y a campo.
7. Evaluación de las propuestas desarrolladas y su respectiva retroalimentación por parte de todxs lxs actores involucradxs.

Esta tentativa hoja de ruta, se fue desplegando al ritmo de los tiempos y recursos posibles y consensuados de lxs agentes convocados: la comunidad educativa de la escuela, el equipo de la UNRC, la comuna y lxs integrantes de “Monterita”. Resulta relevante y necesario, incluir en esta narrativa cierta caracterización de la institución escolar que participa, y es eje central en la experiencia, ya que sus particularidades definen las estrategias y dispositivos elegidos en la generación de entornos favorables para construcción de saber ambiental. El centro educativo Adolfo Alsina, ubicado en el área rural, cuenta con un personal docente único y ofrece clases en modalidad plurigrado. A este centro asisten alumnos de la zona, incluyendo aquellos de nivel inicial.

También se considera pertinente explicitar, que en todo este recorrido y desde todxs los actores, se asume a la Educación Ambiental desde un enfoque crítico, complejo, interdisciplinar, transversal y situado, con

perspectiva de derechos. Abarca una construcción de saberes y estrategias pedagógicas que implica la participación colectiva, cuya responsabilidad reside en reflexionar sobre nuestras maneras de vincularnos y de habitar el territorio, para desde allí proyectar futuros más justos y diversos (García y Priotto, 2009). En esta línea de pensamiento, es que se concibe al ambiente como un sistema complejo, en el cual sus múltiples dimensiones -social, ecológica, política, económica, ética- se interdefinen y son interdependientes en su dinámica (García, 2011).

En consonancia con lo anterior, el campo de la Educación en Salud nos ofrece un enfoque integrado, que reconoce la interdependencia de la salud de los seres humanos, los animales y el ambiente en general: “Una Sola Salud”⁴. Dicha perspectiva abona al sustento de este trabajo mancomunado, dado que procura movilizar a múltiples sectores, disciplinas y comunidades, para que colaboren en fomentar el bienestar y hacer frente a las amenazas para la salud y los ecosistemas. A su vez, promueve un estilo de desarrollo compatible con la sostenibilidad de la vida, al abordar necesidades comunes como el agua, energía y aire limpios, el acceso a alimentos inocuos y nutritivos y generar acciones frente al cambio climático. A la luz de estos marcos teóricos, en cada una de las propuestas se abordan conceptos y teorías claves de las ciencias naturales, capacidades y habilidades del pensamiento científico, ideas sobre la naturaleza de la ciencia y actitudes propias de la misma. Los propósitos generales de las actividades se orientan a que los participantes conozcan el ambiente que habitan para valorarlo y cuidarlo; desarrollen una mirada científica, curiosa y maravillada mientras construyen colectivamente una conciencia a nivel de biósfera.

En este devenir, se concretaron tres instancias educativas y -como cierre y síntesis del año- la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”. A continuación, se detallan las propuestas desarrolladas:

A - Actividades de educación e investigación en la escuela primaria

Participantes: Comunidad educativa de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce - UNRC Grupo de Muestreo del Río Quillinzo- ONG Monterita del Quillinzo.

⁴ The One Health Definition and Principles Developed by OHHLEP <https://www.fao.org/one-health/overview/one-health-overview/es>

La propuesta para el desarrollo de esta actividad se realizó de manera conjunta entre lxs participantes de manera virtual, a través de encuentros sincrónicos y construyendo un documento colaborativo de Drive, que se transcribe a continuación:

- Objetivo: Reconocernos como parte integrante del paisaje, comprendiendo que nuestras acciones influyen en el mismo.
- Abordaje: Desde un concepto integral de paisaje como territorio socio-histórico-ambiental, considerando los diversos elementos del paisaje: tierra, montañas, río, cielo, aire, flora, fauna, fuego, seres humanos y sus producciones culturales.

** Actividades previas a la salida de campo:*

La secuencia iniciaría con una actividad que evoque y recupere los conocimientos previos de lxs alumnxs. Realizar un registro gráfico y/o escrito, según las edades de lxs mismxs, de sus ideas previas, recuerdos y representaciones del entorno en el que viven en general y del río Quillín en particular.

- » ¿Qué conocemos del río? Por ejemplo: su recorrido, la forma y composición de sus costas (playas de arena, barrancas), sus colores, su caudal, su temperatura, la vegetación y los animales que viven en su ribera, etc.
- » ¿Cómo es que lo sabemos? Por observación, a través de nuestros sentidos, por relatos y vivencias.
- » Contenidos abordados previamente: Ciclo de la vida- Biodiversidad-Clasificación de los seres vivos: Por ejemplo: visibles a ojo desnudo o no.

** Actividades en la salida de campo en cada punto de muestreo del río (Figura 1), junto a referentes en ecología acuática, invertebrados, algas, vegetación, anfibios (rana toro) y peces, análisis físicoquímicos y bacteriológicos del agua.*

En su desarrollo se procurará ir de lo familiar y cotidiano a lo desconocido, de lo global al detalle, de lo concreto a lo abstracto, de lo simple a lo com-

plejo y de lo macro a lo micro. En este acercamiento, se buscará guiar en la comprensión de que la tecnología y sus artefactos e instrumentos (lupas, termómetros, caudalímetros, etc.) nos sirven de extensión a los sentidos, para conocer en mayor profundidad y complejidad nuestro mundo; partiendo de la observación, la descripción y el registro.

Diálogo entre las infancias y los docentes-investigadores respecto de los saberes compartidos.

Fomento del diálogo entre pares.

** Actividades posteriores a la salida.*

Reflexiones metacognitivas de todxs los agentes sobre lo aprendido, los modos en que se aprendió y las emociones que se manifestaron.

- ¿Cómo seguimos?



Figura 1. Participación de lxs estudiantes de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce en una salida a campo con Grupos de Investigación de la UNRC.

B - Salida de observación de aves con la escuela primaria

Participantes: estudiantes, docente y auxiliares de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce. ONG Monterita del Quillín.

Remitiendo al punto 5 de la hoja de ruta precedente, se acordó con la docente a través de reuniones virtuales y comunicaciones telefónicas (dado que no todos residimos de manera permanente en el pueblo) la realización de esta actividad. Esta elección surge porque la misma permite abordar espacios curriculares de ciencias naturales que venían desarrollando en clases. De la misma manera que en la actividad anterior (A), se convocó a elaborar colaborativamente, a través de un documento compartido en Drive, la planificación de la secuencia de actividades a llevar a cabo. Este documento buscó acercar ideas para pensar juntos el propósito educativo de una salida de campo. Instó a reflexionar acerca de lo que se moviliza al realizar estas acciones, así como acordar y clarificar los objetivos de las actividades, pensando en los destinatarios, ya que todos tenemos mucho por aprender en este camino, pero las infancias son nuestra prioridad. Se trabajó como referente teórico un pequeño extracto del libro “La Aventura de Enseñar Ciencias Naturales” de Melina Furman y María Eugenia Podestá (2009). En él se hace foco sobre el desarrollo de competencias científicas esenciales tales como la observación y la descripción. Entendiendo a las competencias como un abanico de modos de conocer propios de las ciencias naturales, y no como un método unívoco y lineal. Se trata de aprendizajes complejos, que por ende requieren ser enseñados.

La observación y la descripción

La observación y su otra cara, la descripción, son competencias básicas en la exploración de cualquier fenómeno y pueden enseñarse desde los primeros años de la escuela primaria. Para ello, es fundamental tener en cuenta que observar es mucho más que mirar. En primer lugar, enseñar a observar requiere guiar a los alumnos a poner el foco en los aspectos más importantes del fenómeno que tiene ante sus ojos. Y también requiere poder comparar diferentes objetos, identificando en qué se parecen y en qué se diferencian, y comenzando a establecer algunas generalizaciones. En palabras de Rebeca Anijovich (2008): “Observar es buscar”. Y esa búsqueda tiene que darse en función de un criterio, orientada por un objetivo. Se trata de un proceso, no de una simple impresión. La otra cara de la observación es la descripción. Ella es parte integral de la observación porque

fuerza al observador a hacer explícitos (para sí mismos y para los demás) los aspectos del objeto que le resultan significativos. En este sentido, la descripción que hacen los alumnos de un objeto o situación nos permite *ver* dentro de sus mentes y comprender cómo están entendiendo el tema (Furman y Podestá, 2009).

También se revisó la Guía de MiniObservadores de Aves Argentinas (Bertonatti y Nardini, 2014), para ser contextualizada y utilizada como recurso previo y durante la salida de observación.

Durante la recorrida de las calles y senderos del pueblo, se fue observando y escuchando a las aves presentes a la vez que se conversaba sobre otros elementos del paisaje y su interconexión (Figura 2). Por ejemplo, se escucharon y observaron ejemplares de rana toro en un humedal, componentes que habían sido conocidos en la primera salida al río con lxs investigadores de la universidad. También en la actividad se interactuó de manera permanente con elementos tales como binoculares, guías de aves y aplicaciones en teléfonos celulares, para la identificación y registro de las especies encontradas. Es allí donde se visualiza que la tecnología nos ayuda a extender nuestros sentidos para percibir y conocer el mundo, a modo de prótesis cognitivas (Pozo, 2017).





Figura 2. Participación de lxs estudiantes de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce en una salida de observación de aves con integrantes de la ONG Monterita del Quillín.

C - Viaje de estudios a la UNRC. Proyecto “La maravillosa vida bajo el agua”

Participantes: estudiantes y docente de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce. ONG Monterita del Quillín. Docentes, graduadxs y estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales (UNRC).

Cabe destacar el acompañamiento de las familias de lxs estudiantes y el aporte de la cooperadora escolar, fundamentales en la concreción de este viaje.

Lugar: Laboratorio 9, pabellón 2, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.

La actividad se propuso como continuidad del trabajo de campo iniciado con los estudiantes de la escuela de Villa Cañada del Sauce (Ver A), en

donde se trabajó sobre la costa del río Quillinzo en su paso por la comuna, reconociendo la diversidad de hábitats y especies de un ambiente acuático. Dado que muchas especies son muy pequeñas o microscópicas, se propuso profundizar el aprendizaje con el trabajo en laboratorio, lo cual permitió por un lado observar directamente la vida acuática, reconociendo su importancia y valorando su rol en el ecosistema y por otro, permitió acercar a lxs estudiantes al quehacer científico. Luego de una presentación y diálogo inicial recuperando sus conocimientos previos sobre la diversidad acuática, se organizaron estaciones de trabajo para observar algas, invertebrados y anfibios mediante microscopios ópticos y estereoscópicos. Luego se trabajó en el rol que cumplen estos organismos en el ambiente y los servicios que nos brindan los ecosistemas fluviales a las personas. Finalmente, se propuso que realicen un dibujo sobre lo que más les gusta del río Quillinzo (Figura 3).

Este estilo de actividades, se sustentan en una perspectiva que considera que el aprendizaje de las herramientas del pensamiento científico, requiere del involucramiento personal en una experiencia de investigación en la que se intente responder alguna pregunta auténtica; lo esencial en esta recorrida por el “método científico” es el desafío de buscar explicaciones posibles y ponerlas a prueba. En este sentido, es relevante considerar la importancia de las palabras que usen lxs mediadores y lxs docentes, revisando el lugar que se le otorga a la terminología científica. Es preciso tener un especial cuidado en cómo, cuándo y por qué se introducen los términos técnicos, poniendo el énfasis en los fenómenos y conceptos involucrados y no tanto en las palabras que los denotan. Además, al respetar la secuencia fenómeno-idea-terminología, estamos utilizando la secuencia lógica que sigue la investigación científica (Gellon *et al.*, 2005). Vivenciar estas experiencias de exploración también pretende visibilizar la realidad cotidiana del trabajo científico, poner en evidencia la influencia del contexto social de producción del conocimiento científico y por ende, transformar la percepción pública de la ciencia (Carpi y Egger, 2009).



Figura 3. Visita educativa de estudiantes y docente de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce a la UNRC. Proyecto “La maravillosa vida bajo el agua” (Res. CD. 344/2023).

D - Participación de la escuela en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillinzo”

La participación de la escuela en este espacio se concretó en dos instancias. Por un lado en un stand, donde lxs estudiantes mostraron el trabajo realizado durante el año (Figura 4). En el mismo comunicaron a la comunidad y a los visitantes, lo aprendido sobre el ambiente del río Quillinzo. Focalizaron la tarea en temáticas como las aves presentes en la zona y la problemática de una especie invasora como la rana toro. Los recursos utilizados como apoyo a la comunicación oral fueron folletos, afiches, grabaciones de sonidos de aves. Además, entregaron imanes con imágenes, a modo de souvenirs del evento. Por otro lado, se hicieron presentes en el escenario interpretando la Zamba del Quillinzo, acompañados por músicos de la zona (Figura 4). Es importante remarcar la importancia de esta participación y todas sus implicancias, desde la tarea conjunta con Carlos Pardo que recopiló la letra de esta antigua canción, el esfuerzo de los ensayos y el trabajo sobre el desarrollo de la autoestima necesaria para presentarse y cantar en público⁵. La ONG Monterita del Quillinzo acompañó en esta instancia a la escuela en aspectos operativos como el diseño de trípticos y acercando recursos específicos (audios de canto de aves) y, afirmando de manera simbólica este vínculo construido durante el año, con el obsequio de un libro sobre la educación en ciencias naturales.



⁵ En su libro recupera esta antigua zamba compuesta por el Ing. Hugo Silvester (Pardo, 2023)



Figura 4. Participación de estudiantes y docente de la escuela primaria Adolfo Alsina de Villa Cañada del Sauce en la Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz”.

En este sentido, la vinculación planteada entre la escuela, la ONG y la universidad, posibilita ampliar y diversificar el abanico de “experiencias desencadenantes” y de “actividades fértiles”, aquellas vivencias que motivan, problematizan y estimulan la formulación de interrogantes y la indagación en lxs alumnxs (LaCueva, 1998). Los marcos teóricos de la enseñanza para la comprensión y el enfoque de enseñanza por indagación impregnan e integran toda la propuesta, cuyo sentido reside en el diseño de experiencias de aprendizaje emocionalmente significativas e intelectualmente desafiantes, que contribuyan en la formación de ciudadanos participativos con mirada crítica pero transformadora (Pinto, 2019).

E - Ampliando la participación por el ambiente

Y se siguen imaginando nuevas vueltas a este río de construcción de saberes, reconociendo las emociones que impelen, se piensa en la extracción de esencias y aromas de flores de plantas nativas, en el botiquín escolar con especies medicinales del monte, en la plantación de árboles en el predio escolar, en la cocina silvestre, en un taller sobre hongos, en el viverito de nativas, en integrar al docente de educación física en caminatas conscientes y muchas más correntadas, cascaditas y remansos. La voluntad es continuar buscando las maneras de generar entornos promisorios para un aprendizaje ambiental situado, vivencial y profundo.

Otro arroyo que sumó su energía en este tramo del río de intercambio de saberes y construcciones conjuntas, fueron lxs docentes y estudiantes de la asignatura Educación Ambiental de la Licenciatura en Ciencias Biológi-

cas de la FCEFQyN de la UNRC (Figura 5). Ellxs se acercaron con su proyecto “Revalorizar ambientes serranos como estrategia para su conservación”, que desde una perspectiva de aprendizaje-servicio, propone diseñar un sendero de interpretación ambiental en Villa Cañada del Sauce. En este contexto, es que junto a la ONG Monterita del Quillínz y la comuna de la localidad, se aborda la problemática ambiental referida a la disminución y pérdida de ambientes en este territorio.

Una primera instancia de vinculación, luego del contacto inicial, fue el desarrollo de una charla de la ONG Monterita del Quillínz en la UNRC a lxs estudiantes y docentes involucrados en el proyecto citado, en la cual se generó un auténtico diálogo de saberes acerca del problema ambiental seleccionado. Posteriormente se concretó un viaje al territorio de lxs alumnxs y profesores, en donde se realizó un recorrido y reconocimiento del entorno de la villa en el marco de un taller, junto a integrantes de Monterita del Quillínz y la comuna local. Una vez que lxs estudiantes -en su trabajo áulico- diseñaron el sendero de interpretación esbozado en el taller, presentaron de manera virtual dicha propuesta para ser coevaluada por parte de los pobladores e integrantes de la ONG. Esta última instancia constituyó un enriquecedor espacio de aprendizaje y retroalimentación conjunta.





Figura 5. Salida a campo de docentes y estudiantes de la asignatura Educación Ambiental (Licenciatura en Ciencias Biológicas, FCEFQyN, UNRC) junto a integrantes de Monterita del Quillín por el proyecto “Revalorizar ambientes serranos como estrategia para su conservación”.

La propuesta de realizar una caminata recreativa autoguiada en dicho sendero, ofrece a quienes la diseñan, grietas por las cuales se pueden colar los conocimientos sobre ciencias ecológicas, invitar a lxs senderistas a ponerse “los zapatos y los lentes de científicos”, de modo tal que casi sin querer, el público se encuentra con la ciencia en la recreación. Propicia además, convertir los diversos ambientes del trayecto, en espacios significativos para sus visitantes, en los que puedan encontrar un ámbito fructífero de diálogo, con historias que les permitan vivir sensaciones y experiencias transformadoras y vitales (Peirone, 2023).

El próximo paso, la materialización en el territorio de este sendero y otras acciones asociadas, constituyen desafíos a afrontar también de manera colaborativa.

Y en este serpenteante recorrido, se siguen sumando intenciones. Es así, que el IPET 80 de la localidad de Berrotarán, se comunicó con integrantes de Monterita del Quillín, abriéndose la posibilidad de vinculación con esta organización y con la Universidad de Río Cuarto. En una primera instancia se coordinó un encuentro virtual con lxs docentes y directivxs de

la escuela, para conocerse y poner en común expectativas e intereses. En una segunda reunión se definieron las posibles líneas de trabajo conjunto sobre el territorio y se acordó un encuentro presencial en la institución educativa. Las líneas de trabajo proyectadas son:

- Ajuste de técnicas con los estudiantes con el objetivo de concretar un viaje a Villa Cañada del Sauce para realizar muestreos en el río Quillinzo; tanto para posteriores análisis microbiológicos como para analizar *in situ* (fisicoquímico).
- Interpretación de datos de muestreos realizados por la UNRC, por parte de los estudiantes con la guía de la docente en Estadística Aplicada.
- Presentación de resultados a través de gráficos y diagramas, tanto de los datos citados anteriormente como de los que se generen en el muestreo que realicen los estudiantes. Desarrollo del Proyecto “Semáforo” conjuntamente con la orientación de Electrónica de la escuela.

Respecto de la propuesta de la actividad a realizar durante la visita a la escuela, se trabaja de manera conjunta entre la ONG, docentes del IPET 80 y docentes de la UNRC. Se procura generar instancias en las que la escuela y las organizaciones del territorio sean aliadas para contagiar la ciencia, brindando una experiencia educativa diferente y complementaria a la educación formal, en las cuales el currículum opera como nexo obligado y guía flexible. Esta compleja tarea tiene como propósitos facilitar la apropiación del conocimiento, el desarrollo del pensamiento crítico y la construcción integral de ciudadanía.

Actividad de vinculación IPET 80 - Monterita del Quillinzo- UNRC

Participantes: Estudiantes y docentes de sexto y séptimo año, ONG Monterita del Quillinzo y docentes de la UNRC.

Objetivos:

- Conocer a lxs estudiantes, su procedencia, intereses y motivaciones.
- Compartir experiencias y vivencias desde la ONG, procurando sensibilizar acerca de las problemáticas socioambientales.
- Reconocer las percepciones de lxs estudiantes respecto de las mismas.
- Convocar a la comunidad educativa a involucrarse y comprometerse en acciones de conservación ambiental, desde una perspectiva integral.

Hoja de ruta del encuentro:

Primer momento: Apertura y presentaciones breves.

Segundo momento: Relato de la experiencia de conformación y desarrollo de la organización Monterita del Quillinzo. Visualización de la presentación “Nos presentamos” (Figura 6).

Tercer momento: trabajo en pequeños grupos por partes de lxs estudiantes en torno a las preguntas:

- ¿Qué entendemos por “Ambiente”?
- ¿Reconocemos alguna problemática ambiental en nuestro entorno?

Cuarto momento: Socialización de lo producido grupalmente.

Quinto momento: Visionado de imágenes sobre algunas acciones desarrolladas por Monterita del Quillinzo y la UNRC, en la zona de Villa Cañada del Sauce.

Cierre: Ronda de preguntas, planteo de inquietudes, proyección de tareas conjuntas.

Bonus track: ejercicio metacognitivo de los saberes y emociones que circularon en el encuentro a través de Tickets de Salida.

- * ¿Cómo me sentí en este encuentro?
- *¿Qué me llevo de esta reunión?
- *Me quedo pensando en...

Luego de realizada la actividad, se sintetizó lo trabajado, que se transcribe a continuación:

Síntesis del cuarto momento:

**¿Qué entendemos por “Ambiente”?*

Es un lugar físico donde se encuentra la flora, la fauna, la naturaleza en general y los seres humanos. Es el hábitat de los seres vivos donde el hombre puede desarrollarse.

**¿Reconocemos alguna problemática ambiental en nuestro entorno?*

Basural a cielo abierto- quemas en el mismo. Caleras. Pozos negros. Tala – Desmonte. Incendios. Industrias contaminantes. Calefacción que libera gases. Contaminación por fumigaciones con agroquímicos. Contaminación auditiva. Sobreproducción.

Transcripción de los tickets de salida (elaborados por lxs alumnxs).

**¿Cómo me sentí en este encuentro?*

-Sentí que es algo que tiene que llegar a oídos de todos debido a su importancia -Me sentí bien, fue una charla interesante -Bien, me gustó la dinámica y la onda de los profesores. Aparte nunca nos habían dado una charla acerca de este tema -Me

sentí muy entretenido, la charla fue muy linda -Al principio fue un poco aburrido, pero después fue interesante -Fue una agradable charla -Fue una buena exposición y me hicieron salvar de un TP, así que muy feliz -Me pareció un encuentro donde fue muy dinámico y pudimos conocer a este grupo de “La Monterita” que tiene demasiado interés por los recursos naturales.

**¿Qué me llevo de esta reunión?*

-Ganas de conocer un poco más del grupo -Conciencia sobre el cuidado del ambiente -Un agradable conocimiento -La naturaleza -La importancia del cuidado del medio ambiente -En hacer conciencia de los cuidados del medio ambiente -Sobre el cuidado que tenemos que tener en los ríos -Maneras de cambiar la contaminación.

**Me quedo pensando en...*

-Cómo ayudar al mundo -La voluntad que tienen por seguir cuidando el medio ambiente -En otras formas de ayudar al ecosistema con sus problemáticas -Aprendizajes -Ver más de cerca lo que hacen.



estimular aprendizajes posteriores o incluso vocaciones científicas. Varios estudios señalan que cuando las experiencias de aprendizaje externas a la escuela se integran al currículum, se aumenta el impacto educativo de las mismas (Sánchez Mora, 2013). Es por ello, que se propone trabajar de manera conjunta con las escuelas de los diferentes niveles y modalidades, colaborando con lxs docentes en el diseño y gestión de proyectos o secuencias didácticas con el fin de enriquecer las experiencias de alumnxs y educadores. Es aquí que se pone de manifiesto el desafío de trascender la gramática escolar y organizacional de “lo formal y lo no formal”, que limita y condiciona, desarrollando y sosteniendo alianzas en las cuales cada organización asuma sus potencialidades y limitantes, siendo el currículum el nexo y guía flexible en el diseño colaborativo de las situaciones educativas (Sánchez Mora, 2013). Cuando la articulación entre los diferentes entornos educativos se materializa en el diseño de tiempos, espacios y dispositivos para el intercambio y el trabajo conjunto; cuando esas propuestas se sistematizan, registran y evalúan, entonces la tarea educativa se potencia y se ensanchan notablemente las posibilidades de aprendizaje de las instituciones y organizaciones, así como de lxs actores sociales que forman parte de ellas. Asimismo, estas incipientes redes pueden convertirse en comunidades de interaprendizaje, donde se comparten intereses, herramientas y afectos alrededor de temas convocantes como la biodiversidad y la sostenibilidad (Massarani, 2015).

F - La Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínz”

Este evento de integración del proceso de trabajo y aprendizaje conjunto, requiere un tratamiento en especial. Comprender ese paisaje de fines del 2023, que manifestó dicha integración de saberes y haceres, implica remontarnos río arriba en el tiempo, las intenciones y las acciones. Este espacio se fue configurando en la búsqueda de maneras potentes de trabajar para transformar e incorporar la ciencia a la cultura general de la población. Pensando en las maneras de convocar a la comunidad toda en torno al río, invitando desde diversas propuestas recreativas y lúdicas. Difuminando los límites construidos y tejiendo lazos entre la cultura, las ciencias y el arte. Insistiendo en la intención de tender puentes desde la comunicación y la divulgación de la ciencia hacia la apropiación social del conocimiento científico como parte de la cultura (Red POP). De este modo, se busca correrse del modelo unidireccional, de déficit, de “bajar información”, intentando comunicar (poner en común) el conocimiento desde un posicionamiento

que promueva la comprensión pública de la ciencia, tratando de poner coherencia entre las acciones y la terminología que se usa (Golombek, 2016). En las propuestas de la feria se propició el diálogo de saberes entre lxs participantes y lxs expertos, ya que se entiende que el saber se elabora en comunidad y está siendo permanentemente construido. En las mismas se ensayaron iniciativas que contemplan las características particulares del contexto y de la comunidad, procurando revisar la generalizada imagen falsa de que la ciencia es una tarea ajena a las demás actividades humanas, idea que, aunque surge a principios y mediados del siglo XX, hoy aparece como una de las tantas grietas infranqueables presentes en nuestra sociedad.

Hacer accesible ese conocimiento especializado implica tender puentes entre el mundo de la ciencia y los otros mundos, ya que, si creemos que es incuestionable la importancia de la ciencia, la importancia de su comunicación no lo es menos, pues es el canal que permite a la población la integración del conocimiento científico a su cultura. El ambiente natural como espacio de aprendizaje posee potencialmente rasgos propios para poder seducir a su público y convertirse en un entorno eficiente de contacto con el conocimiento científico (Pol, Noguera y Asensio, 2019). Las investigaciones en el área muestran que la experiencia de los visitantes en contextos de educación informal potencia sus deseos de aprender y fortalece otras experiencias educativas previas o posteriores, que suceden en el ámbito de la escuela o la familia (Massarani, 2015). Ese día, en la Feria, se celebró el Quillínz, se celebró su existencia desde sus múltiples dimensiones: como espacio de vida, de recreación y de participación (Figura 7). Pero además –y particularmente- como entorno propicio para el aprendizaje desde múltiples y diversas expresiones como las artes plásticas, la música, el canto, la pintura, la danza, las artesanías, el dibujo, la gastronomía, la literatura, el teatro de títeres y la tarea científica. En esa vivencia se compartieron saberes diversos, se respiraba emoción, felicidad, amor. Era una fiesta, LA FIESTA DEL RÍO! Aquel día, se festejó el privilegio de contar con ese ambiente tan particular, privilegio que conlleva responsabilidad y compromiso para conservarlo, para que pueda ser disfrutado por los seres humanos y no humanos para siempre y en toda su plenitud.

Como en todo cauce de un río, y en particular de un río de montaña, surgen escollos, peñascos que rodear, buscar las grietas, los cañadones y quebradas para seguir fluyendo con la energía del agua es la tarea colectiva y cotidiana. Tal vez lo sinuoso y complejo de este transitar lo vuelve aún

más interesante, ¿Con qué nos encontraremos río abajo? ¿con quiénes? La incertidumbre que caracteriza estos tiempos constituye un desafío que nos impulsa a la creatividad, a imaginar futuros posibles, dignos y diversos en comunidad.



Figura 7. Feria de Ciencia y Arte “Celebrando el Quillínzo” en Villa Cañada del Sauce. Diciembre 2023.



Referencias bibliográficas

- Acosta Matos, M.M. (2016). *Subversiones lingüísticas del español: @, x, e morfemas de género inclusivo y otros recursos estilísticos en publicaciones anarquistas contemporáneas* (Tesis de maestría). Recuperado de: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.30557.31200>
- Carpi, A. y Egger, A. (2009). Los científicos y la comunidad científica: Las experiencias que moldean a los científicos. *Visionlearning*, 2 (6).
- Furman, M. y Podestá, M.E. (Eds.). (2009). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- García, D. y Priotto, G. (Eds.). (2009). *EDUCACIÓN AMBIENTAL: Aportes políticos y pedagógicos en la construcción del campo de la Educación Ambiental*. Buenos Aires, Argentina: Jefatura de Gabinete de Ministros, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1), pp. 66-01.
- Gellon, G., Rosenvasser Feher, E., Furman, M. y Golombek, D. (2005). *La ciencia en el aula*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Golombek, D. (Marzo, 2016) ¿De qué hablamos cuando hablamos de comunicar la ciencia...en español? Tácticas y estrategias. *Congreso Internacional de la lengua española*. Instituto Cervantes y la Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española. Puerto Rico.
- Bertonatti, C. y Nardini, C. (2014). ¿Cómo descubrir, reconocer y disfrutar de las aves en 5 pasos? Buenos Aires, Argentina: Aves Argentinas.
- LaCueva, A. (1998). La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto?. *Revista Iberoamericana de Educación* (16), pp. 165-187.
- Massarani, L. (2015). *RedPOP: 25 años de popularización de la ciencia en América Latina*. Recuperado de: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90289>.
- Pardo, C. (2023). *Villa Cañada del Sauce: Compilación de relatos históricos y otros textos que caracterizan su cultura*. Lago Editora.

- Peirone, S. (2023). Epulauquen: Ambiente de exploración y descubrimiento en M. Furman y M. de Podestá (Comp.). *Ciencias en marcha: propuestas de docentes para inspirarse* (pp. 43-54). Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Pinto, L. (Ed.). (2019). *Rediseñar la escuela para y con las habilidades del siglo XXI*. Madrid, España: Santillana.
- Pol, E., Noguera, L. y Asensio, M. (2019). Conocimiento informal de la ciencia, o por qué los museos de ciencia son tan eficientes. *Tarbiya*, 44, pp. 67-86.
- Pozo, J. (2017). Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas. *Journal for the Study of Education and Development*, 40(2), pp. 219-276. DOI:[10.1080/02103702.2017.1306942](https://doi.org/10.1080/02103702.2017.1306942)
- Sánchez Mora, M. (2013). La relación museo-escuela: tres décadas de investigación educativa en Aguirre, C. (Ed.). *El museo y la escuela* (pp. 105-116). Medellín, Colombia: Sello explora.

Sobre los autores

Compiladores

CIBILS MARTINA, Luciana: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: lcibils@exa.unrc.edu.ar

NUÑEZ, César Omar: *Ingeniero Agrónomo, Magíster en Ciencias Botánicas*. E-mail: cnunez@ayv.unrc.edu.ar

PRINCIPE, Romina Elizabeth: *Profesora, Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: rprincipe@exa.unrc.edu.ar

Autores

AMUCHÁSTEGUI, María Andrea: *Ingeniera Agrónoma, Magíster en Ciencias Agropecuarias*. E-mail: aamuchastegui@ayv.unrc.edu.ar

BABINI, María Selene: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: sbabini@exa.unrc.edu.ar

BALZOLA, Carolina S.: *Ingeniera Agrónoma*. E-mail: cbalzola@ayv.unrc.edu.ar

BARAQUET, Mariana: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: mbaraquet@exa.unrc.edu.ar

BARCHIESI, Martín: *Licenciado en Ciencias Biológicas*. E-mail: barchiesi-martin3@gmail.com

BARROSO, Cintia Natalí: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: biocinti@gmail.com

BIONDA, Clarisa del Lourdes: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: claribionda018@gmail.com

BRANDOLIN, Pablo Germán: *Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: pbrandolin@exa.unrc.edu.ar

CABRERA, Adriana Edith: *Licenciada en Geología, Doctora en Ciencias Geológicas*. E-mail: acabrera@exa.unrc.edu.ar

DIEZ, Marta Silvia: *Miembro de la ONG Monterita del Quillín*. E-mail: martadiez54@gmail.com

ESPOSITO, Gabriel Pablo: *Ingeniero Agrónomo, Doctor en Ciencia Agropecuarias*. E-mail: gesposito@ayv.unrc.edu.ar

FORESTO, Emiliano: *Ingeniero Agrónomo, Especialista en Docencia en Educación Superior, Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: eforesto@ayv.unrc.edu.ar

GARCÍA, María Virginia: *Licenciada en Psicología*. E-mail: virginiagarcia927@gmail.com

GARCÍA, Mariana Celeste: *Microbióloga, Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: mcgarcia@exa.unrc.edu.ar

GARCÍA GONZÁLEZ, Jeremías Gabriel: *Licenciado en Ciencias Biológicas*. E-mail: jgarciag@exa.unrc.edu.ar

GIACOBONE, Daniela Beatriz: *Licenciada en Geología, Doctora en Ciencias Geológicas*. E-mail: dgiacobone@exa.unrc.edu.ar

GRENAT, Pablo Raúl: *Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: pgrenat@exa.unrc.edu.ar

LOMBARDO, Daniela Mónica: *Microbióloga, Magister en Biotecnología, Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: dlombardo@exa.unrc.edu.ar

LUCERO, Julieta del Rosario: *Licenciada en Ciencias Biológicas*. E-mail: jlucero@exa.unrc.edu.ar

LUTRI, Verónica Florencia: *Licenciada en Geología, Doctora en Ciencias Geológicas*. E-mail: vlutri@exa.unrc.edu.ar

MANCINI, Miguel: *Médico Veterinario, Magister en Acuicultura, Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: mmancini@ayv.unrc.edu.ar

MÁRQUEZ, Javier Andrés: *Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: jmarquez@exa.unrc.edu.ar

MARZUOLI, Juan: *Médico Veterinario*. E-mail: jmarzuoli@ayv.unrc.edu.ar

MONTILLA, Victoria: *Licenciada en Ciencias Biológicas*. E-mail: vmontilla@exa.unrc.edu.ar

MULKO, José Alejandro: *Ingeniero Agrónomo, Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención Gestión Ambiental*. E-mail: jmulko@ayv.unrc.edu.ar

OLGUÍN, Fernanda Antonela: *Licenciada en Ciencias Biológicas*. E-mail: fernandaolguin202@gmail.com

ORTIZ, Carolina Elizabeth: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: cortiz@exa.unrc.edu.ar

OTERO, Manuel Alejandro: *Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: motero@exa.unrc.edu.ar

PALERMO, Tamara B.: *Ingeniera Agrónoma, Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: tpalermo@ayv.unrc.edu.ar

PASCUINI, Miguel Ángel: *Licenciado en Geología*. E-mail: mpascuini@exa.unrc.edu.ar

PEIRONE, Silvia: *Ingeniera Agrónoma, Profesora en Disciplinas Industriales, Especialista en Educación en Ciencias Naturales*. E-mail: spierone@mi.unr.edu.ar

POLLO, Favio Ezequiel: *Licenciado y Doctor en Ciencias Biológicas*. E-mail: fpollo@exa.unrc.edu.ar

PRAMPARO, Santiago Javier: *Licenciado en Geología*. E-mail: spramparo@exa.unrc.edu.ar

SALINAS, Víctor Hugo: *Médico Veterinario*. E-mail: vsalinas@ayv.unrc.edu.ar

SALINAS, Zulma Anahí: *Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas*. E-mail: zsalinas@exa.unrc.edu.ar

ULLA, Daniel: *Ingeniero Agrónomo, Especialista en Gestión de Cuencas Hidrográficas*. E-mail: daniel.ulla@mi.unc.edu.ar

El río Quillinzo como espacio de encuentro

Arte, ciencia y acciones para su conservación

César Nuñez, Luciana Cibils Martina y Romina Principe
Compiladores

El río Quillinzo como espacio de encuentro: arte, ciencia y acciones para su conservación es el resultado de un proyecto interdisciplinario que busca acercar el conocimiento científico a la comunidad y promover el cuidado activo de este valioso ecosistema serrano.

Su objetivo principal es generar herramientas para conocer, valorar y proteger el río, integrando la ciencia, el arte, la educación y la participación comunitaria en una propuesta conjunta. A lo largo de once capítulos, el libro ofrece una visión integral del río Quillinzo y su cuenca: desde su geología e historia hasta la diversidad biológica que lo habita. También se presentan actividades educativas y experiencias artísticas que promovieron el diálogo y la participación de la comunidad.

Un elemento central de esta propuesta es la inclusión de propuestas didácticas diseñadas para facilitar la comprensión de los contenidos, promover la reflexión crítica sobre cada aspecto del río, y fomentar una participación activa en su cuidado. Esta obra fue pensada como un recurso accesible y práctico, útil para docentes, estudiantes, familias, turistas y toda persona interesada en aprender sobre la biodiversidad del río y las acciones posibles para su conservación. Invita a reconocer el valor del río Quillinzo como un espacio compartido que merece ser cuidado entre todos.



9 17 89876 11886147



Universidad Nacional de
Río Cuarto

Secretaría
Académica