

Agricultura y aguas residuales. Estrategia metodológica para el estudio del ACRE “Campo Espejo”, Mendoza, Argentina

Agriculture and Wastewater. Methodological approaches to the Study of ACRE Campo Espejo, Mendoza, Argentina

 **Daniela Mathey**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,
Argentina.
danielamathey@gmail.com

 **Oscar Carballo**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,
Argentina.
carballo.oscar@inta.gob.ar

 **Lucía del Barrio**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria,
Argentina.
delbarrio.lucia@inta.gob.ar

Resumen

El artículo presenta las decisiones metodológicas adoptadas en el estudio del “ACRE Campo Espejo”, un territorio agrícola situado en el norte de la provincia de Mendoza, Argentina, cuya particularidad radica en el uso regulado de agua de efluentes tratados. Como parte de un proyecto de investigación aplicada y desarrollo rural, se diseñó un abordaje multi método en torno a problemáticas de gestión del agua de riego, inocuidad y salud de trabajadores/as y productores/as. Con un diseño predominantemente cuantitativo, el relevamiento de información a distintas escalas se basó en teledetección, encuestas, observación directa y entrevistas grupales. La aplicación sincrónica de técnicas cuantitativas y cualitativas facilitó el desarrollo y mutuo ajuste de los instrumentos durante la investigación. La interpretación combinada de resultados permitió la verificación de supuestos iniciales y la emergencia de nuevos temas de relevancia científica, tecnológica y para la gestión territorial.

Palabras clave: investigación multimétodo, gestión del agua de reuso, planificación territorial

Abstract

This paper presents methodological decisions made in the study of "ACRE Campo Espejo", located in northern Mendoza, Argentina. A key feature of this agricultural territory is its reliance on regulated wastewater treated for irrigation. As part of a rural development and applied research project, a multi-method approach was designed to address issues of irrigation water management, food safety, and agricultural worker and farmer health. Adopting a primarily quantitative framework, data were gathered at different scales through remote sensing, structured surveys, direct field observation, and group interviews with experts. The concurrent deployment of both quantitative and qualitative techniques proved instrumental in the iterative development and refinement of research instruments. The final stage involved a combined interpretation of results, which not only confirmed initial assumptions but also revealed novel scientific, technological, and territorial management issues.

Keywords: multimethod research, wastewater management, rural planning

Introducción

El objetivo del artículo es reflexionar sobre las decisiones metodológicas llevadas adelante en el estudio del "ACRE Campo Espejo", un territorio agrícola bajo riego con agua residual tratada situado en el norte de la provincia de Mendoza, Argentina.

Frente a las previsiones de mayor escasez hídrica a partir del cambio climático y el aumento poblacional, la reutilización de agua de efluente para uso agrícola adquiere creciente importancia, especialmente en regiones con recursos hídricos limitados (WWAP UNESCO, 2017).

Mendoza se ubica en la denominada diagonal árida sudamericana. Con precipitaciones anuales que promedian los 200mm anuales, su dinámica productiva depende de los aportes hídricos que provienen, principalmente, de ríos de régimen nivo-glacial de la cordillera de Los Andes. En este reducido territorio irrigado, que representa el 4,8% de la superficie total, se concentra una intensa actividad agroindustrial orientada principalmente a la vitivinicultura, la fruticultura y la horticultura.

La provincia ha sido pionera en la regulación del reúso agrícola de agua de efluente a partir de un sistema conformado por plantas depuradoras y zonas agrícolas delimitadas denominadas Áreas de Cultivos Restringidos Especiales (ACREs). Estos se distinguen por una disponibilidad y volumen relativamente estable de agua a lo largo del año cuyos nutrientes y materia orgánica aportan a la productividad de los cultivos y disminución de costos (Foresi, 2017; Grosso, 2014). Por otro lado, se requiere de su adecuada disposición para evitar consecuencias negativas en el suelo y los cultivos por problemas de déficit o exceso de riego

(Troncoso, 2024) así como de su uso seguro para minimizar riesgos para la salud (WHO, 2006; WWAP UNESCO, 2017).

En este contexto, la singularidad de Campo Espejo -dada por su trayectoria histórica, su escala y la numerosa cantidad de unidades productivas de pequeña escala que la integran- lo transformó en objeto de un proyecto de investigación aplicada y desarrollo rural.

El proyecto “Aportes al desarrollo productivo y territorial del ACRE Campo Espejo (2003-2025) es desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) a partir del interés del Departamento General de Irrigación (DGI), organismo responsable de la administración y fiscalización del recurso hídrico en la provincia. Conformado por un equipo interdisciplinar, se organiza en función de tres objetivos: diseñar propuestas para aumentar el consumo hídrico en invierno, preservar la inocuidad de los alimentos y la salud de trabajadores/as y, fortalecer las capacidades organizativas de productores/as.

En este marco, se planteó un estudio de caso exploratorio para dar cuenta de los principales interrogantes asociados a los dos primeros objetivos: ¿Qué superficie por tipo de cultivo se desarrolla en el ACRE Campo Espejo? ¿Cómo se gestiona el efluente durante el año?, ¿Cómo evalúan los regantes la dotación de agua? Asimismo, ¿Qué características tienen los productores? ¿Qué cultivos y prácticas agrícolas podrían representar un riesgo para la salud del consumidor? ¿Qué visión tienen los trabajadores/as y/o productores/as respecto de los riesgos para la salud del uso del agua del efluente?

El interés de este artículo radica en compartir las principales decisiones para la generación de información y la forma de afrontar desafíos metodológicos y técnicos a lo largo de este proceso investigativo. Para ello se organiza en tres secciones. En primer lugar, se describe el caso a modo de contextualizar las decisiones relativas al abordaje teórico-metodológico del territorio objeto de estudio. En segundo lugar, se desarrollan las aproximaciones cuantitativas y cualitativas y, luego, los aportes de su combinación durante el diseño, ejecución del estudio e interpretación de resultados. El artículo concluye con reflexiones sobre el uso de métodos múltiples y la generación de información para la gestión territorial.

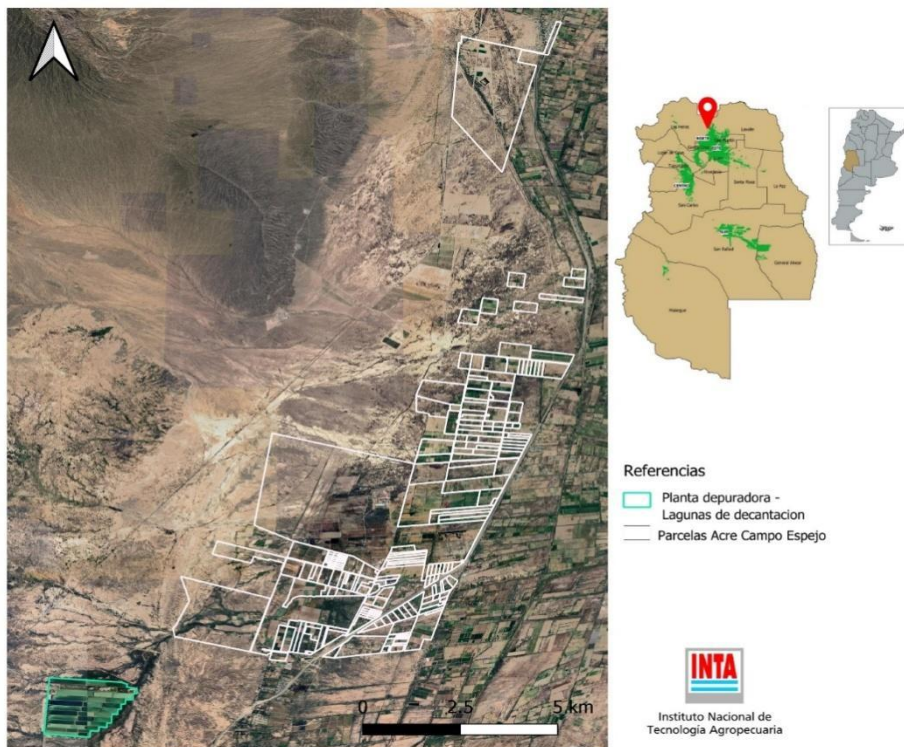
Acerca del acre campo espejo: antecedentes históricos y normativos

En Mendoza existen 42 plantas depuradoras de aguas residuales y 19 ACREs que abarca una superficie de 10.000ha. El ACRE Campo Espejo, situado en la cuenca del río Mendoza, recibe agua residual tratada de la planta depuradora que posee el mismo nombre (Mapa 1), la cual se abastece de efluentes del Área Metropolitana de Mendoza (AMM).¹ Los datos disponibles

¹ Dado que el AMM concentra la mayor población de la provincia, sus efluentes son derivados hacia dos plantas depuradoras y ACREs: Campo Espejo y Paramillo. Este último data de 1987 y posee una superficie empadronada de

en el momento de inicio del presente estudio indicaban una superficie empadronada de más de 3.000 ha y 250 parcelas, estimándose una superficie implantada de 1.800 ha con vid, hortalizas, olivos, forestales, forrajeras y pasturas (DGI, 2023).

Mapa 1. Área de Cultivos Especiales Restringidos Campo Espejo



Fuente: Elaboración propia en base a padrón de parcelas bajo riego (DGI 2023)

Desde una perspectiva histórica, Foresi (2017) describe la zona de Campo Espejo como un campo inculto de propiedad fiscal que comenzó en la década de 1920 a recibir sin tratamiento los líquidos cloacales de la capital provincial. Según señala el autor, su denominación proviene de la referencia de la población a partir del efecto visual del brillo de

2.850 ha. A diferencia de Campo Espejo, no registraba cultivos al momento de su construcción y cuenta con menos regantes, solo 44 usuarios, quienes manejan parcelas altamente tecnificadas y de mayor tamaño (Foresi 2017).

los efluentes derramados en la superficie, los cuales comenzaron a ser utilizados por los agricultores a partir de la construcción de cauces para regar sus cultivos.

La primera planta de tratamiento primario se instaló en 1976. En 1994 se adjudicó la construcción de una nueva planta de tratamiento secundario a una Unión Transitoria de Empresas privadas (UTE) que la operó por 20 años. Luego, el tratamiento comenzó a ser realizado por Agua y Saneamiento Mendoza (AYSAM), empresa provincial descentralizada. Actualmente, disponen de 12 series de tres lagunas: primaria, secundaria y maduración, donde se degrada la materia orgánica a través de la intervención de flora microbiana, de algas, de la acción del aire y de los rayos solares (Grosso, 2014, p. 160). Se estima un tratamiento de líquidos de una población de 460.000 habitantes y un caudal de 128.000 m³/día (1,5 m³/s).

En 2003, el DGI reguló el reúso agrícola a través de la Resolución N°400/03 HTA. En 2006, se establecieron los “ACREs de invierno” a partir de la Resolución N°500/06 HTA que autoriza permisos para el uso del agua residual (de abril a octubre de cada año), con el fin de alcanzar el “vuelco cero”; es decir, evitar que exista un sobrante de agua de efluente que se derrame fuera de los límites del ACRE. A continuación, se sintetizan los principales aspectos de la normativa dado que contextualizan las decisiones del diseño del estudio de caso.

Respecto de las cuestiones administrativas y legales, la Resolución N°400/03 consta de diez capítulos entre los que refiere a las autoridades de aplicación, la conformación y normas de funcionamiento del ACRE, aspectos relativos a la dotación, el régimen tributario y sancionatorio.

Respecto del apartado técnico, consta de cinco capítulos que aluden, principalmente, a las medidas de protección sanitaria en el aprovechamiento de las aguas residuales en base a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS): 1) tratamiento de los efluentes, 2) cultivos permitidos, 3) control de los diferentes empleos de las aguas residuales y 4) control de la exposición a las mismas y fomento de la higiene (Grosso, 2014).

En el caso de Campo Espejo, el tratamiento secundario de efluentes permite exclusivamente cultivos de “categoría B”: frutas, tubérculos, bulbos, tallos y hojas que para su consumo son pelados, cocinados o tienen un periodo de espera entre la cosecha y su consumo. La resolución detalla cultivos y prácticas como sigue:

1. Cultivos de pastos y forrajes verdes para pastaje directo, no permitiendo que las vacas lecheras pasten en estas tierras mientras se encuentren humedecidas con el agua de reúso.

2. Cultivos cuyas partes vegetales para consumo humano no entren en contacto directo con las aguas de reuso, ni se rieguen por aspersión. Se cuidará que las frutas caídas al suelo no sean utilizadas en el consumo humano.
3. Cultivos para consumo humano que normalmente se ingieren sólo después de ser cocinados. En estos casos pueden ser regados con agua de reuso siempre que la misma deje de ser aplicada al terreno, por lo menos un (1) mes antes de la cosecha y/o consumo del producto.
4. Cultivos para consumo humano cuya cáscara no se come, evitando que el agua de reuso se ponga en contacto con el producto. (Res 400/2003, cap 14)

Como medidas complementaria se establece: 1) no regar por aspersión, 2) la cosecha debe realizarse cuatro (4) semanas después del último riego, 3) no recoger frutas caídas en el suelo, 4) eliminar frutas y verduras dañadas. Mientras que, a los fines de minimizar riesgos sanitarios y ambientales, indica que: 5) los trabajadores rurales que tienen a cargo las labranzas, el riego y la cosecha deben utilizar barbijos, guantes y calzados, preferentemente botas de goma y 6) debe implementarse un sistema de alerta sobre el peligro de las aguas contaminadas, acompañado de una campaña de educación sanitaria (Res N°400/2003cap 14).

En este apartado, la normativa es muy clara respecto de los cultivos: *“Se prohíbe totalmente el riego con aguas cloacales de cultivos de consumo en fresco que se cosechan y distribuyen en forma inmediata y que tienen contacto directo con el agua de riego”* (Res 400/2003, Cap. 14, cursivas indican subrayado en el original). Asimismo, explicita seguidamente que “la vigilancia y control de las normas es responsabilidad de la Inspección de ACRE”, en conjunto con el DGI.

Respecto de la gestión del agua, la misma recae en el DGI, en tanto es el organismo público que administra el recurso hídrico -superficial, subterráneo y de efluentes tratados- disponible en la provincia de Mendoza, reglamentando y fiscalizando su uso. Creado por la Ley General de Aguas (1884), dicho organismo posee autarquía institucional, presupuestaria y jerarquía constitucional (Foresi, 2017). La legislación indica la gestión conjunta con las organizaciones de usuarios denominadas Inspecciones de Cauce, las cuales se encargan de la administración de la red secundaria de riego (canales, hijuelas y desagües) y tienen facultades de monitoreo y sanción. Si bien poseen autarquía, están sujetas al control legal y presupuestario que ejerce el DGI.

El Inspector de cauce es la autoridad encargada de dirigir y administrar una inspección de cauce (Ley N.º 6.405/1996). Es elegido por los usuarios con un mandato de tres años de duración. Los tomeros, empleados de la inspección, son responsables operativos de distribuir

el agua a los usuarios empadronados, mantener los canales en buen estado y reportar irregularidades. Estas figuras son el nexo directo entre el DGI y los distintos usuarios públicos y privados, poseen gran conocimiento de lo que ocurre en los territorios y, con frecuencia, son residentes y oriundos de la zona.

A las funciones que poseen el inspector y el tomero en la legislación general, se agregan el cumplimiento de la normativa del ACRE. Entre estas otras obligaciones se destaca garantizar el consumo del agua de reúso dentro de sus límites y controlar la realización de cultivos y actividades conexas autorizadas. En caso de hallar cultivos no permitidos, tiene potestad para emplazar al titular a que no continúe con el mismo y aplicar sanciones (apercibimientos y multas) e incluso cortar la dotación de agua, al tiempo que debe informar al municipio sobre los cultivos implantados por su rol como contralor de la salubridad pública.

Diseño teórico metodológico y estrategias de producción de información

El estudio del ACRE Campo Espejo parte de la consideración del territorio como un espacio social e históricamente construido “a partir del uso y la apropiación de recursos naturales, donde se generan procesos económico-productivos, sociales, culturales y políticos”(Albaladejo, 2004 citado en Alemany y otros, 2014, p. 35). Desde esta perspectiva, no solo contempla el espacio físico sino la materialización de las actividades humanas y es, por ello, “una realidad relacional” (Santos, 1996, p. 27) en la que confluyen distintos intereses y perspectivas.

Con origen disciplinar en la Geografía, el uso del concepto de territorio se ha extendido a diversos campos académicos y estudios empíricos que lo identifican como unidad de análisis. Entre estos últimos se encuentran aquellos orientados a generar información de utilidad para ámbitos de gestión y planificación del territorio. Desde un enfoque territorial, estos estudios integran conocimiento sobre dimensiones económico-productivas, sociocultural, ambiental y político-institucional (INTA, 2007) a los fines de interpretar-en función de problema/s central/es- cómo se entrelazan los procesos ecológicos, sociales y económicos, y cómo estos configuran las identidades, las prácticas y los modos de vida de las comunidades.

En este estudio se identificó como unidad de análisis principal al polígono ACRE Campo Espejo (Mapa 1), es decir el espacio geográfico regado con aguas residuales tratadas de la planta depuradora del mismo nombre y regulado por normativa específica. Asimismo, se definieron subunidades de análisis (parcelas agrícolas, población y viviendas) para el relevo de información sobre el uso del suelo y del recurso hídrico, prácticas agrícolas y características sociodemográficas de los agentes agrícolas, así como percepciones sobre sus prácticas y el entorno. La investigación se planteó como un estudio de caso único con múltiples unidades de análisis (Yin, 1984) y carácter intrínseco (Stake, 1994). Por su finalidad,

se encuadra en el tipo de caso exploratorio (Yin, 1984) o estudio piloto que permite generar preguntas e hipótesis para futuras investigaciones (Marradi, Archenti y Piovani, 2007).

La operacionalización de las preguntas de investigación implicó la identificación de sus principales dimensiones y propiedades, así como las fuentes requeridas (Tabla 1). El abordaje cuantitativo y cualitativo se realizó atendiendo a la producción y análisis de los datos, mientras que su complementación se realizó en el momento de interpretación de los resultados.

Como antecedente metodológico, se destaca un estudio previo solicitado por un gobierno local de Mendoza, orientado a generar información para la zonificación territorial. Este incluyó encuestas a productores, análisis del padrón de parcelas empadronadas del DGI, talleres con inspectores y tomeros (Mathey y Pereyra, 2019), y la elaboración de mapas para construir un Índice de Producción Potencial de Alimentos (Del Barrio y D'Amario, 2020). Al igual que el presente trabajo, respondió a demandas institucionales y a la necesidad de contar con información agropecuaria actualizada y representada cartográficamente para servir a la gestión territorial.

Tabla 1. Principales dimensiones y variables según escala y fuente de información

| Unidad de análisis | Dimensiones / variables | Fuente |
|--------------------|--|--|
| Territorio | Parcelas empadronadas según tamaño | Padrón parcelario DGI |
| | Uso del suelo | Mapa de cobertura |
| | Cambios de uso de suelo | Entrevistas grupales y encuestas |
| | Cambios sociodemográficos | Entrevistas grupales y encuestas |
| Parcela | Cultivos según superficie | Encuestas y Observación directa |
| | Existencias ganaderas y de granja | Encuestas |
| | Capitalización | Encuestas |
| | Fuente y uso del agua | Encuestas |
| | Labores agrícolas | Encuestas |
| | Organización social del trabajo | Encuestas |
| Vivienda | N° viviendas | Encuestas |
| | Provisión de agua y servicios sanitarios | Encuestas |
| | N° habitantes por vivienda | Encuestas |
| Población | Edad | Encuestas |
| | Género | Encuestas |
| | Trayectoria (N° de años en la actividad agrícola y en el ACRE) | Encuestas |
| | Origen de antecesores | Encuestas |
| | Continuidad intergeneracional percibida | Encuestas |
| | Asociativismo y asesoramiento técnico | Encuestas |
| | Opinión sobre agua de riego | Encuestas y entrevistas |
| | Percepción de riesgo de manipulación/uso agua de riego | Encuestas, entrevistas y observación directa |
| | Transformaciones territoriales percibidas (pasadas y tendenciales) | Encuestas y entrevistas |

Fuente: elaboración propia en base a Yin (1984)

Abordaje cuantitativo y cualitativo

La aproximación cuantitativa fue planificada para responder principalmente a interrogantes sobre la gestión hídrica e incluyó la elaboración de un mapa de coberturas del suelo y un sondeo a productores/as y trabajadores/as agrícolas. Su diseño partió de la revisión de información secundaria disponible: mapa de cobertura elaborado por DGI 2022, padrón de parcelas bajo riego del DGI 2023, Censo Nacional Agropecuario 2018. La aproximación cualitativa fue diseñada como complementaria, a los fines de recuperar la perspectiva de los actores desde sus propios términos y experiencias para una mejor comprensión del caso (Stake, 1995/1999) y se basó en observación directa y entrevistas en profundidad.

Teledetección y generación del mapa de coberturas

La teledetección permite, mediante imágenes satelitales, identificar y mapear usos del suelo así como también monitorear cambios en el tiempo. El mapa de coberturas del ACRE Campo Espejo fue elaborado a partir de imágenes satelitales del programa Sentinel-2, correspondientes al período enero 2023 - septiembre 2024. Estas fueron procesadas mediante herramientas digitales en la plataforma *Google EarthEngine* y analizadas con Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se definieron siete clases de cobertura teniendo en cuenta las visitas de campo realizadas por el equipo, los cultivos más comunes y otras características visibles en el territorio a través de visualizadores como *Google Maps* y *Google Earth*: hortalizas, olivos, viñedos, forestales, pasturas, vegetación nativa y suelo descubierto.

Se utilizó el método de clasificación supervisada de imágenes, que implica entrenar al sistema con ejemplos representativos de cada clase, tomados con localizador GPS y transformados en píxeles de entrenamiento en *Google EarthEngine*. Se empleó el algoritmo *Random Forest*, ampliamente utilizado en estudios territoriales de la región por su eficacia ante contextos de alta variabilidad espacial y espectral. El *stack* de clasificación incluyó bandas ópticas e índices espectrales, seleccionados en función de antecedentes metodológicos previos en Mendoza (del Barrio, 2022; Pérez y Bacaro, 2020). La validación se realizó mediante estadísticos de precisión y comparación visual con imágenes e información de campo, alcanzando niveles satisfactorios de exactitud.

Relevamiento por encuestas

La información sobre prácticas agrícolas y cultivos, uso del recurso hídrico y características sociodemográficas de la población fue relevada a partir de un cuestionario estandarizado. El marco muestral se construyó en base al padrón de parcelas con riego superficial cuyos

titulares (propietarios) se los conoce como “regantes”. Se contabilizaron 164 titulares cuya superficie habilitada para riego variaba entre 0,11 ha y 400 ha.

Se optó por una muestra inicial por cuotas de 60 casos, considerando el cauce de riego que abastece cada parcela y la superficie empadronada. Los casos fueron seleccionados de forma aleatoria. El reemplazo de aquellas parcelas con otros usos condujo a una muestra final de 80 casos, incluyendo 61 encuestas efectivas y 19 registros sin uso agropecuario. Es decir, el sondeo relevó 49% de los propietarios empadronados.

La encuesta se realizó de forma presencial, entre mayo y junio de 2024, utilizando dispositivos móviles y la plataforma *Kobo Collect*. La navegación en territorio y la identificación de las parcelas seleccionadas se basó en mapas confeccionados en *MyMaps* de Google.

Asimismo, dadas las características del área de estudio (una zona rural de amplia extensión, con escasa conectividad de internet y caminos de tierra no conectados internamente) los tomeros jugaron un rol clave en la identificación y en el contacto con el informante a encuestar. Su colaboración permitió un alto nivel de repuestas y rapidez para completar las cuotas de la muestra. Se reconoce que esta mediación puede haber generado algún tipo de sesgo; no obstante, el diseño del cuestionario contó con preguntas de control y baterías de preguntas para el abordaje de temas sensibles como, por ejemplo, la percepción del riesgo y manipulación de agua de reuso, la fuente de agua para labores agrícolas como fumigación y lavado de herramientas, así como para el riego de la huerta de autoconsumo, entre otros.

Observación directa

A partir de recorridas por la zona, visitas a productores/as en sus unidades productivas, toma de muestras de agua y de ensayos agrícolas, los integrantes del equipo de investigación tuvieron acceso directo al área de estudio. Las observaciones realizadas y la posibilidad de interactuar con informantes clave, trabajadores/as y productores/as en sus actividades cotidianas y su “ambiente natural” fue clave a lo largo del estudio: tanto para la construcción de la problemática, sus dimensiones y el diseño del estudio como para la interpretación y análisis de la información. Al tratarse de temas sensibles, la complementariedad de métodos colaboró en la identificación de posibles efectos reactivos, es decir, la “tendencia de los actores a modificar sus comportamientos habituales como consecuencia de saberse observados” (Marradi, Archenti y Piovani, 2007, p.199).

Entrevistas grupales

Esta técnica se caracteriza por la presencia simultánea de más de un entrevistado/a, cuya dinámica conversacional se organiza en función de los temas que constituyen el objeto de la investigación es decir con una finalidad de generar conocimiento (Marradi, Archenti y Piovani, 2007). En los estudios de caso resulta clave para la descripción e interpretación que poseen los distintos actores, es decir, retratar las múltiples visiones existentes a las que el investigador no alcanza a captar con solo con la observación (Stake, 1995/1999).

Con el personal de la Inspección ACRE Campo Espejo se realizaron dos encuentros. El primero, en mayo de 2024, tuvo el doble propósito de conocer su percepción sobre problemas de gestión del agua, transformaciones productivas pasadas y tendencias a nivel territorial, así como solicitar su colaboración para el relevamiento por encuestas. El segundo encuentro, en noviembre 2024, se realizó con la finalidad de validar los hallazgos del análisis preliminar de encuestas y recibir sus opiniones.

Con el personal médico y de enfermería del centro de salud situado dentro del ACRE, se realizó una entrevista a los fines de relevar características sanitarias de la población y percepciones sobre posibles efectos en la salud de la manipulación de aguas residuales tratadas. Esta instancia, en mayo de 2024, permitió complementar la lectura de las condiciones de vida y salud en el área bajo estudio.

Sobre el abordaje metodológico combinado y la interpretación de resultados

Los enfoques metodológicos que buscan articular (integrar, complementario triangular) abordajes cuantitativos y cualitativos tiene larga tradición en ciencias sociales. Si bien las críticas y debates en torno a su alcance siguen vigentes, su utilización es refrendada en estudios donde la complejidad de las problemáticas requiere de un abordaje integral a partir de múltiples observaciones de fuentes independientes (Piovani, 2018; Santos, Pi Puig y Rausky, 2018; Forni y De Grande, 2019).

El diseño del estudio del ACRE Campo Espejo partió de reconocer las diferencias de las estrategias cuantitativa y cualitativas en términos epistemológicos, metodológicos y técnicos, y de su posible complementariedad a nivel operativo para dar cuenta de distintas dimensiones de las problemáticas abordadas. De forma convencional, en este estudio la aproximación cuantitativa apunta a identificar regularidades y tendencias cuya comprensión se vincula a las perspectivas de los sujetos, procesos y detalles del contexto, resultantes de la aproximación cualitativa (Bryman, 1995).

Entre las reflexiones sobre el proceso investigativo, se destacan aspectos relativos al diseño e implementación de los instrumentos de forma sincrónica y la fase de interpretación de resultados en base de las dos principales problemáticas abordadas.

La decisión del abordaje sincrónico permitió, con relación al mapa de cobertura y encuestas, que la identificación de cultivos y superficie provistos por estas últimas contribuyera al ajuste de los píxeles de entrenamiento para el procesamiento de imágenes del mapa de cobertura. La consideración de las fechas de imágenes según calendario propio de cada cultivo otorgó mayor precisión a la clasificación y aumentó la confiabilidad de la estimación de superficies de cultivos hortícolas.

Por otra parte, las entrevistas con el personal de la inspección permitieron reelaborar preguntas de investigación referidas a la gestión del agua; puntualmente el problema de su escasez en época estival luego refrendado por las encuestas y estimaciones de demanda hídrica en base al mapa de cobertura. Asimismo, se estableció un vínculo de mayor confianza a partir del cual, durante el relevamiento oficiaron de mediadores (“porteros”), lo que contribuyó a obtener un alto nivel de respuestas.

Las dos principales líneas-problemas del proyecto constituyeron los ejes para la interpretación y complementación de resultados. La problematización de la gestión del agua del ACRE, punto de partida del proyecto, refiere a un sobrante de agua en invierno dados los menores requerimientos hídricos de los cultivos y la posibilidad de aumentar la superficie implantada a corto plazo. La elaboración del mapa de cobertura en conjunto con las encuestas permitió estimar la superficie implantada, resultando inferior a la superficie realmente empadronada. Más aun, estos resultados de forma complementaria con las percepciones de trabajadores/as y productores/as, así como del personal de la inspección, complejizaron y reformularon el problema inicial. A partir de las encuestas y entrevistas se registró el exceso de agua en invierno, con sus consecuencias negativas como la elevación de los niveles freáticos, la salinización de suelos, anegamientos e inundaciones. Pero, además, se evidenciaron problemas de escasez de agua en verano con la actual superficie implantada, dejando un registro de las prácticas que realizan estos actores para lidiar con las consecuencias de ambas caras de la problemática.

La problematización sobre la inocuidad e impacto en la salud del uso del agua tratada se orientó a conocer las prácticas relativas al riego de cultivos, percepciones sobre el riesgo y condiciones de las viviendas de quienes residen en el ACRE. Las principales fuentes de información fueron la encuesta semiestructurada, entrevistas grupales y observación directa.

La información referida a los tipos de cultivos, capitalización, acceso a la tierra y las trayectorias productivas permitió reconstruir un perfil de productores/as presentes en el

ACRE. Relevar las especies cultivadas y sus prácticas asociadas permitió dimensionar los riesgos y diferentes vías posibles de contaminación de los alimentos.²

La encuesta arrojó datos sobre las prácticas sanitarias de trabajadores/as y el uso del efluente para la producción comercial, autoconsumo y uso no agrícola. Además, se relevó información sobre la cantidad de residentes según grupos etarios, características de las viviendas y afecciones de salud relacionadas con la calidad del agua. Estos datos se pudieron interpretar y contextualizar a partir de entrevistas grupales y observaciones a campo. Un primer resultado es el incremento de la población residente en el ACRE, vinculada o no a la actividad agrícola. Asimismo, la conjunción de información permitió establecer; por un lado, la baja percepción del riesgo de quienes viven y/o trabajan en el ACRE y, por el otro, la presencia de afecciones de salud relacionadas con el agua. Esto último emergió de las entrevistas grupales, pero no quedó reflejado en las encuestas, ejemplificando una de las ventajas de las estrategias multi-método acerca de su capacidad de registrar fenómenos complejos.

Finalmente, se retoman algunas reflexiones acerca de la calidad de los resultados de abordajes metodológicos combinados. Desde la tradición de los estudios de caso, se argumenta que la validación se construye en base a la utilización de distintos puntos de vista, de diferentes fuentes de información y la evaluación de los resultados por parte de informantes clave (Yin, 1994). En la misma línea, Stake (1995/1999) resalta la revisión recurrente dada por la triangulación entre investigaciones y datos, así como la revisión por parte de los interesados como medio para “reducir al mínimo las falsas representaciones o interpretaciones” (Stake, 1995/1999, p. 95). En el caso analizado, se generaron diferentes instancias de presentación de resultados a los fines de obtener la retroalimentación con los actores: integrantes de la Inspección ACRE Campo Espejo (noviembre 2024), equipos técnicos, funcionarios (octubre 2023 y diciembre 2024), y autoridades máximas del DGI (enero 2025).

Por otra parte, se recomienda la elaboración de una sistematización o protocolo de procedimientos en pos de alcanzar mayor confiabilidad (Yin, 1994), es decir, una descripción detallada de las decisiones tomadas a lo largo del estudio de forma de transparentar y reflexionar acerca de las propias prácticas de investigación. Estos aspectos, que han sido abordados en el artículo, permiten pensar en la replicabilidad del abordaje metodológico particularmente en tierras secas irrigadas. Si bien cada territorio tiene su especificidad, la lógica metodológica (basada en la espacialización de datos del padrón de parcelas, teledetección, encuestas y entrevistas con informantes calificados, así como la validación de resultados y articulación institucional) puede ser adaptada a otros escenarios.

²Por otra parte, esta información sirvió como insumo para diseñar y ajustar las actividades de desarrollo rural del proyecto.

Reflexiones finales

El trabajo presentado se ha centrado en la descripción de las decisiones metodológicas de un estudio orientado a generar conocimiento de un territorio agrícola regado con aguas cloacales tratadas. Como estudio de caso exploratorio, se diseñó en el marco de un proyecto con la doble finalidad de intervención e investigación aplicada en respuesta a la demanda de organismos gubernamentales, cuyos principales tema-problemas apuntaban a la gestión del agua, especialmente un sobrante de agua de reúso en invierno, así como las prácticas agrícolas y cultivos que garanticen la inocuidad y salud de la población.

El abordaje basado en el concepto de territorio permitió generar información novedosa y de utilidad para la gestión hídrica y la planificación territorial, a partir de la aplicación simultánea de métodos cuanti y cualitativos. Cada estrategia metodológica se planificó para dar cuenta de los temas y preguntas en función de su alcance (amplitud y profundidad) y escala (territorio, unidad productiva y población).

La conducción sincrónica facilitó el desarrollo y ajuste de los instrumentos: mapa de cobertura, encuestas, entrevistas, observación directa. De esta manera el estudio alcanzó sólidos resultados físico-productivos, ambientales y socio-demográficos del territorio. Permitted confirmar supuestos, como la baja percepción del riesgo del agua de efluente por parte de trabajadores/as y productores/as de la zona. Asimismo, dio lugar a temas emergentes que cuestionaron las premisas iniciales, como la posibilidad de ampliar la superficie implantada a corto plazo como medida para afrontar el exceso de agua de riego en invierno.

El análisis conjunto de coberturas y prácticas agrícolas reveló que la disponibilidad limitada de agua durante el año presenta restricciones importantes, especialmente en verano restringiendo la expansión de superficie implantada. En contraposición, se pudo constatar que el exceso de agua en invierno genera inconvenientes a nivel territorial y predial y a su vez plantea desafíos para una posible expansión para un período tan acotado. La incorporación de dimensiones sociodemográficas y ambientales permitió dar cuenta de un crecimiento tendencial de la población lo que avala la necesidad de contemplar las condiciones de vida más allá de la dimensión estrictamente productiva e hídrica en la gestión del territorio.

La capacidad del abordaje empleado (metodológicamente flexible y riguroso) para poner en tensión supuestos institucionales constituye uno de los principales aportes del trabajo. Lejos de confirmar imaginarios instalados acerca del funcionamiento del sistema de reúso agrícola, la investigación realizada permitió identificar desajustes entre la normativa, las capacidades reales en el uso del agua y las prácticas cotidianas de quienes habitan y producen en el territorio.

Reconocimientos

El estudio fue financiado por el INTA desde los proyectos: “Aportes al desarrollo productivo y territorial del ACRE Campo Espejo” (2023-PL-51-379) e “Innovación y Sostenibilidad territorial del Sistema Agroalimentario de Mendoza y San Juan” (2023-PE-L05-I006).

Referencias

- Alemaný, C., Bravo, G., Cabrini, S., Dumrauf, S., Elverdín, J., Ghezán, G., Ledesma, S., Morandi, J., Patrouilleau, M., Patrouilleau, R., Preda, G. y Saavedra, M. (2014). *Programa Nacional para el Desarrollo y la Sustentabilidad de los Territorios: documento base y estructura organizativa*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Bryman, A. (1995). Quantitative and Qualitative Research: Further Reflections on Their Integration. En J. Brannen (Ed.), *Mixing Methods: Qualitative and Quantitative Research* (pp. 57-78). England: Avebury Aldershot.
- Del Barrio, L. (2022). Potencialidades ecológicas y socioculturales para el desarrollo de un modelo de producción agroecológico en la interfase urbano rural Lunlunta, Maipú – Mendoza. Tesis para optar por el título de Doctora en ciencias agrarias y forestales. Universidad Nacional de La Plata. Recuperada de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/160014>
- Del Barrio, L. y D'Amario, M. J. (2020). Servicio ecosistémico producción de alimentos en áreas periurbanas: Una aplicación en el cinturón verde de Mendoza, Argentina. *Proyección. Estudios Geográficos y de Ordenamiento Territorial*, 14(27), 216-234. Recuperado de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/proyeccion/article/view/3451/2701>
- Foresi, C. H. (2017). El uso de aguas residuales tratadas en Mendoza-Argentina. En H. Hettiarachchi y R. Ardakanian (Eds), *Uso seguro de las aguas residuales en la agricultura: ejemplos de buenas prácticas* (pp. 261-277). Dresde, Alemania: UNU-FLORES.
- Forni, P. y De Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista Mexicana de Sociología*, 82(1), 159-189.
- Grosso Cepparo, M. V. (2014). *La escasez hídrica en tierras secas. Un estudio territorial sobre la apropiación, gestión y uso del agua en la cuenca del río Mendoza, Argentina*. Tesis para optar por el título de Doctora en Geografía, Universidad de Buenos Aires. Recuperada de <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/4640>
- INTA (2007). *Enfoque de desarrollo territorial*. (Documento N° 1 del Programa Nacional de Apoyo al Desarrollo de los Territorios). Buenos Aires: Ediciones INTA.

- Marradi, A., Archenti, N. y Piovani, J. (2007). *Metodología de las ciencias sociales*. Buenos Aires: Emecé.
- Mathey, D. y Pereyra, M. (2019). Caracterización de productores agropecuarios de Guaymallén. (Informe técnico) Proyecto interinstitucional “Aportes para el ordenamiento territorial de las áreas rurales (cinturón verde) del municipio de Guaymallén. Convenio entre INTA, INTI, INA y Municipalidad de Guaymallén (2018-2020). Inédito.
- Pérez, M. y Bacaro, A. (2020). *Clasificación de coberturas de suelo de la Cuenca del río Tunuyán Superior*. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Piovani, J. I. (2018). Triangulación y métodos mixtos. En A. Marradi, N. Archenti y J. Piovani (2018). *Manual de metodología de las ciencias sociales* (pp. 437-455). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Siglo XXI.
- Santos, J. A.; Pi Puig, A. P.; Rausky, M. E. (2018). Métodos mixtos y reflexividad: Explorando posibles articulaciones. En L. Muñiz Terra y J. I. Piovani (coord.), *¿Condenados a la reflexividad?: Apuntes para repensar el proceso de investigación social* (pp. 263-292). Buenos Aires: Biblos; Buenos Aires: CLACSO.
- Santos, M. (1996). *De la totalidad al lugar*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Stake (1999). *Investigación con estudio de casos*. (Morata, Ed. y Trad.). Madrid: Ediciones Morata. (Trabajo original publicado en 1995).
- Stake, R. E. (1994). Case Studies. En N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.) *Handbook of Qualitative Research* (pp. 236-247). California: Sage Publications.
- Troncoso Scavarda, María C. (2024). *Planificación estratégica de área de cultivos restringidos especiales, ACRE Agrelo, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina*. Tesis de grado carrera de ingeniería en recursos naturales renovables, Universidad Nacional de Cuyo. Recuperada de https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/19915/tesis-troncoso-24.06.2024.pdf
- World Health Organization (2006). *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, third edition*. Volume 2: Wastewater use in agriculture; Volume 4: Excreta and greywater use in agriculture. Geneva: WHO.
- WWAP - United Nations World Water Assessment Programme (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado* (pp. 72-79). París: UNESCO.
- Yin, R. K. (1984). Designing case studies. En *Case study research. Design and methods*, (pp. 18-53). California: Sage Publications.

Fuentes y normativa

Ley N.º 6.405 de 1996. Régimen legal de inspecciones de cauce (2 de julio 1996). Mendoza, Argentina.
<https://www.argentina.gob.ar/normativa/provincial/ley-6405-123456789-0abc-defg-504-6000mvpypel/actualizacion>

Resolución N°400 de 2003 [Honorable Tribunal Administrativo, Departamento General de Irrigación].
Reglamento de Áreas de Cultivos Restringidos Especiales (A.C.R.E.). Mendoza, Argentina.

Resolución N°500 de 2006 [Honorable Tribunal Administrativo, Departamento General de Irrigación]
Administrativo, faculta la creación de ACREs de Invierno. Mendoza, Argentina.

Sobre los autores

Daniela Mathey es Licenciada en Sociología por la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y Magíster en Estudios Sociales Agrarios por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), cursa el Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo). Es investigadora del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, integrante del Equipo de Socioeconomía de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza (INTA EEA Mendoza).

Oscar Carballo es Licenciado en Sociología por la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y Doctor en Estudios Sociales Agrario por la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Es investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, integrante del Equipo de Socioeconomía de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza (INTA EEA Mendoza).

Lucia del Barrio es Ingeniera Agrónoma por la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo) y Doctora en Ciencias Agrarias y Forestales por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Es investigadora del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, integrante del Equipo de Socioeconomía de la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza (INTA EEA Mendoza).