

# GESTIÓN DE CUENCA: PLAN INTEGRAL PARA EL ÁREA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LA ALDEA SANTA MARÍA

Roxana G. RAMÍREZ<sup>1</sup>, Marcelo G. WILSON<sup>2</sup>, Marta S. MARIZZA<sup>3</sup>, Oscar C. DUARTE<sup>4</sup>, Emmanuel A. GABIOUD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Paraná. Av. Almafuerce 1033. (3100) Paraná, Entre Ríos, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Paraná. Ruta 11, km 12,5. (3101) Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

<sup>3</sup>Centro de Estudios Hidroambientales. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria Ruta Nac N°168 km 472,4 (3000) Santa Fe.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta 11, km 10,5 (3001) Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

Autor de correspondencia: roxanaguadaluperamirez@yahoo.com.ar

## RESUMEN

La erosión hídrica constituye una de las principales limitantes de la producción agropecuaria en la Provincia de Entre Ríos. El paisaje ondulado, la intensidad de las lluvias en el período de barbecho de los cultivos y la baja permeabilidad de los suelos en gran parte del territorio provincial le confieren una alta susceptibilidad a la erosión. La Ley de Suelos de la Provincia de Entre Ríos, promueve la implementación de prácticas agropecuarias para reducir la erosión hídrica y declara a la zona de influencia de la Aldea Santa María (perteneciente a la cuenca del A° Las Conchas del Departamento Paraná) como área obligatoria de conservación de suelos. Se trata de un área de producción fundamentalmente tabquera, donde en los últimos años se ha practicado deforestación sin planificación previa del uso y manejo del suelo y se ha aumentado la participación de los cultivos agrícolas en las rotaciones agrícola/ganadera, que magnifican los procesos de degradación. Si bien es un área de conservación de suelos obligatoria, actualmente se encuentra sistematizada un 30% de la superficie. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un plan de manejo integral de conservación de suelo y de servicios ecosistémicos a través de la gestión de la cuenca hidrográfica. Se logró concretar un plan basado, por un lado, en prácticas conservacionistas como la sistematización de tierras, mediante la construcción de terrazas con canales colectores para la evacuación de excesos hídricos hacia los cursos naturales de agua. Por otro lado, la conexión entre parches de montes nativos por medio de elementos lineales y terrazas reservorio, como así también la restauración del monte nativo en las áreas circundantes a los cursos de agua superficial. Además, se plantearon indicadores según los conceptos de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), para las diferentes etapas de formulación e instrumentación de las políticas ambientales de la cuenca. Se prevé en un futuro próximo implementar, gestionar y promover los controles de degradación, mediante un trabajo conjunto y organizado de los productores, habitantes y personal calificado para el mantenimiento y la mejora de los servicios ecosistémicos en el territorio.

**Palabras clave:** erosión hídrica, servicios ecosistémicos, gestión integrada de recursos hídricos

## SUMMARY

### Management at the basin level: integrated planning framework for the soil conservation area of Aldea Santa María

Water erosion places one of the main limitations on agricultural production in the province of Entre Ríos. The undulating landscape, the intensity of rainfall during the fallow period and the low permeability of soils in a wide area of the province make it highly prone to erosion. In Entre Ríos, the Soil Law promotes the implementation of agricultural practices that reduce water erosion and declares the zone of influence of Aldea Santa María (a small village belonging to the Las Conchas stream basin in the Paraná district) to be a mandatory soil conservation area. It is mainly a dairy production area that has been recently deforested with unplanned land use and management, and where the increasing proportion of agricultural and forage crops in rotations contributes as well to increase the processes of degradation. Although it is a mandatory soil conservation area, only a 30% of the surface is currently systematized. This study aimed to develop a comprehensive management plan for soil and ecosystem services conservation by means of integrated basin-level management. A plan was implemented based on conservation practices: soil engineering, construction of terraces and collecting channels to drain water excess through natural water courses. Simultaneously, the connection between patches of native forest was achieved by means of linear landscape elements, terrace-reservoirs and the restoration of native forest in the areas surrounding water courses. In addition, indicators based on the Integrated Water Resources Management (IWRM) framework were proposed for the stages of formulation and implementation of the basin's environmental policies. In the near future, it is expected to implement, manage and promote degradation controls, by means of coordinated work between farmers, inhabitants and qualified personnel for the maintenance and improvement of ecosystem services in the territory.

**Keywords:** water erosion, ecosystem services, integrated water resources management

## Introducción

La expansión de la producción agropecuaria en la Provincia de Entre Ríos, asociada a los problemas de erosión, constituye una amenaza del patrimonio natural de la región. Esta provincia se caracteriza por tener una importante red hidrográfica por lo que se plantea la necesidad de promover vínculos entre la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y los servicios ecosistémicos (SE), con el propósito de articular de manera integral y sistémica el medio ambiente, la sociedad y la economía.

La GIRH constituye un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado entre el agua, el suelo y los recursos naturales para el beneficio de la sociedad, sin comprometer la

sustentabilidad de los ecosistemas (Global Waret Partnership, 2008).

Así mismo, se define el enfoque ecosistémico desde la Diversidad Biológica (CDB) como “una estrategia para la gestión integrada de los recursos de tierras, hídricos y seres vivos que promueve la conservación y la utilización sostenible en forma equitativa” (PNUMA, CDB. 2000; 2004). Además, el trabajo conjunto entre la ordenación y el manejo de cuencas permite asegurar que “el proceso de planificación, permanente, sistemático, previsivo e integral adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de los recursos naturales de ésta, de manera que se mantenga o

restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico biótica de la cuenca”(Olaya Ospina *et al.*, 2014). Con estas propuestas se busca preservar y complementar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas intervenidos por la acción antrópica, a través de procesos que apuntan a establecer balances y sinergias entre las variables ambientales, sociales y económicas (Smith y Maltby, 2003). De este modo, el enfoque adoptado constituye una estrategia para la gestión integrada del suelo, agua y de los recursos naturales, promoviendo la conservación de los servicios ecosistémicos. En las últimas décadas, desde la perspectiva de América Latina y el Caribe, se promueve que la salud de los ecosistemas constituye el principal factor que promueve el desarrollo humano; es por ello que debe aprovecharse al máximo y de manera significativa, los recursos naturales del agua y la biodiversidad en beneficio de la humanidad (Botero, 2015). Uno de los principales inconvenientes que tiene la producción agropecuaria en Entre Ríos, es el escurrimiento superficial y la pérdida de suelos, como consecuencia del paisaje ondulado y la baja permeabilidad que poseen los suelos en gran parte del territorio. En los últimos años se ha demostrado que la erosión hídrica afecta casi el 50 % de la superficie de tierra firme siendo Paraná, Diamante, Nogoyá, Victoria y Uruguay los Departamentos más afectados (Sasal *et al.*, 2015).

En base a estudios realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Gobierno Provincial y la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), con el fin de disminuir los efectos de la erosión hídrica se sancionó en el año 1989 la Ley Provincial N° 8318 de Conservación de Suelos que se encuentra actualmente vigente. Esta Ley prevé a los productores una reducción diferencial del impuesto inmobiliario rural como una compensación a promover las buenas prácticas para la conservación y manejo del suelo, a su vez declara en el año

1995 a la Aldea Santa María como la capital provincial de la conservación del suelo. Para atenuar la degradación de suelos por erosión hídrica, se desarrollaron y adoptaron sistemas de labranza conservacionistas. Sin embargo, en algunas regiones, dependiendo del tipo y pendientes del suelo, e intensidad de las precipitaciones, la utilización de estos sistemas resulta insuficiente para controlar sus efectos, debiéndose implementar tecnologías como la sistematización de tierras para el control de la erosión hídrica. Por lo general, cuando se produce una lluvia el sistema de laboreo utilizado influye especialmente en la cobertura del suelo y en la velocidad de infiltración del agua, pero en esta zona de pendientes variables y pronunciadas generan escurrimientos importantes que originan erosión (Scotta *et al.*, 1989).

Por otra parte, el agua escurre durante y después de una lluvia sobre la superficie del terreno determinado a lo largo de la pendiente hasta alcanzar una zona deprimida para depositarse e infiltrarse, o hacia algún curso de agua. Cuando la pendiente es elevada esto hace que la gota de lluvia alcance una velocidad que permita el arrastre de partículas del suelo, por este motivo se impulsa a la sistematización con terrazas provistas de canales que se encargan de captar el agua que escurre sobre los tramos de lotes agrícolas, conduciéndolos hacia un canal colector principal encargado de conducir el excedente de agua evitando alcanzar una velocidad de erosión. En tanto que, los canales como el colector principal se diseñan para transportar excedentes hídricos a una velocidad no erosiva con el objeto de evitar la formación de cárcavas en ellos (FAO, 2013).

Estas acciones deberían estar contenidas en un Plan de gestión de uso y manejo de suelos y de los recursos hídricos, en una provincia con las características ambientales como las de Entre Ríos. En dicho Plan se debería integrar el aspecto económico, social y ambiental del agua con el propósito de gestionar “instrumentos que constituyan las directrices para el ordenamiento de

las acciones que requiere una cuenca hidrográfica, para alcanzar un uso sostenible de sus recursos naturales” (Olaya Ospina *et al.*, 2014). Sustentado en la gestión y el manejo integrado, articulándose con los recursos naturales presentes en el lugar de estudio, tales como el suelo, la biomasa, los bosques, los ecosistemas de la región, entre otros; con el propósito de maximizar los beneficios económicos y el bienestar social de forma equitativa en la cuenca en estudio.

El área de conservación de suelos obligatoria de la Aldea Santa María, se encuentra en producción agropecuaria, utilizando sistemas de uso y manejo característicos de la región; y llevado adelante la mayor parte de la superficie por pequeños y medianos productores que producen en sus propios campos. Es por ello que se propone la implementación de una gestión integrada de los ecosistemas en el lugar de estudio, ya que la aplicación adecuada de un trabajo comunitario e integral enmarcado en una Gestión de Cuencas, permitiría llevar a cabo un proceso ordenado de la misma en general y en sus respectivas subcuencas, dando una participación activa a sus habitantes y a todos los actores claves que influyen en las condiciones ambientales de la región. Se podrán diseñar metodologías, criterios técnicos, herramientas y por ende procedimientos que se encuentren validados para la inclusión de la gestión de mecanismos que reduzcan la erosión hídrica, la ordenación y el manejo integral de la cuenca en su integridad.

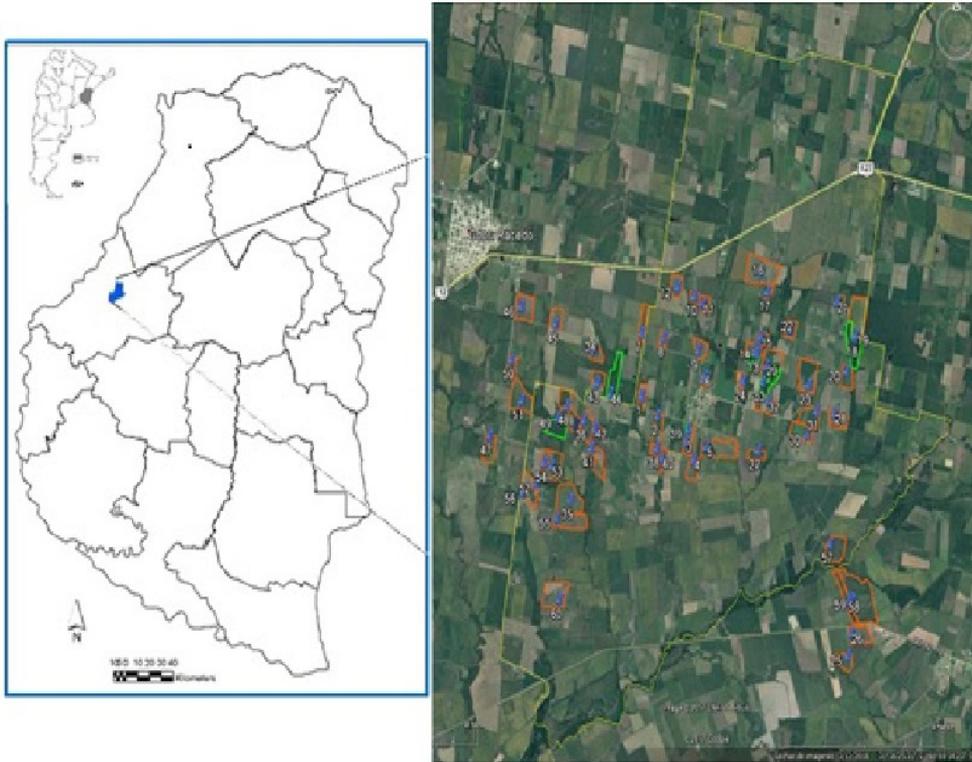
El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de gestión integral a nivel de cuenca que compatibilice la producción agropecuaria, la conservación del medio ambiente y los recursos naturales mediante el uso estratégico de la tierra y la protección de sus bienes y servicios ecosistémicos.

### **Materiales y métodos**

La gestión integrada de la cuenca consiste en promover el trabajo coordinado del agua, la tierra y los recursos naturales, con el propósito de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa para todos

los habitantes de la región, sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Tanto la gestión como el manejo de la cuenca debe establecer un proceso metodológico con herramientas sencillas que promueva la participación y el involucramiento activo de todas las personas que viven y trabajan en la cuenca, como el apoyo y la asistencia técnica del municipio o junta de gobierno y otras entidades gubernamentales de nivel provincial y nacional, para garantizar un trabajo conjunto y de calidad por parte de todos los actores locales de la cuenca (Ortuño Yáñez *et al.*, 2018).

Siguiendo estos conceptos se planteó un plan de manejo de suelos a nivel de cuenca, favoreciendo la diversidad e implementación de nuevas prácticas de conservación de suelos en pos del incremento de los servicios ecosistémicos, con el propósito de minimizar y controlar la erosión hídrica que se experimenta en la Aldea Santa María. Conociendo la situación actual y teniendo en cuenta la delimitación y el análisis de los cursos naturales de agua que se encuentran circunscriptos en el área de influencia se planteó la sistematización total de las tierras a nivel de cuencas hidrográficas con el objeto de contemplar la conservación de suelos y la biodiversidad. Se propuso establecer las acciones de investigación y relevamiento de datos con el fin de obtener información que permita determinar soluciones específicas en la región. A tal fin se utilizaron herramientas de información geográfica (SIG) para la elaboración de mapas temáticos que permitieron evaluar distintos escenarios de uso del suelo en la cuenca, los efectos de la erosión hídrica mediante la estimación de producción de sedimento, la organización de la estructuración vial, la disposición de los montes nativos y de los elementos lineales de la vegetación, las terrazas reservorios y la conexión de los relictos de montes, los corredores de las especies de flora y fauna autóctona. Toda esta información permitirá realizar un seguimiento y evaluación del estado actual de la cuenca para la toma de decisiones organizativas en la misma.



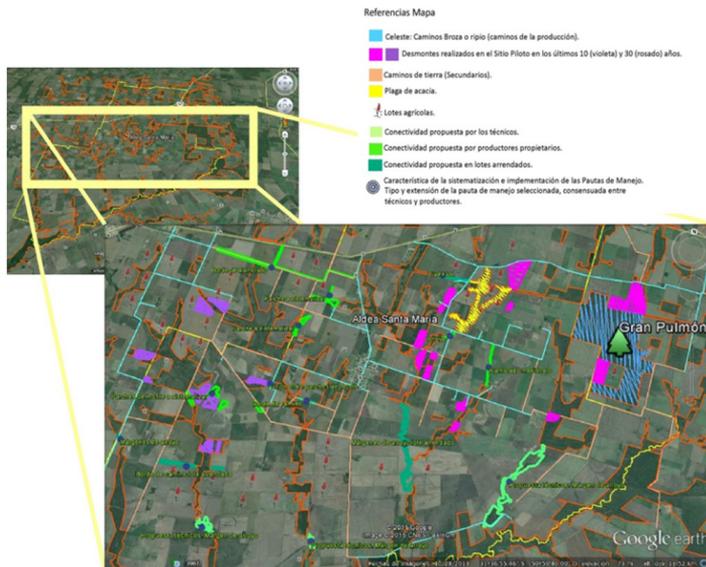
**Figura 1.** Identificación de los 60 lotes en el Área de Conservación de la Aldea Santa María

#### Área de Estudio

La metodología se aplicó sobre el área de estudio de la Aldea Santa María en el Departamento Paraná. Es un área que tiene una superficie de 10.000 hectáreas aproximadamente, pertenece a la cuenca del Arroyo Las Conchas, que tiene sus nacientes en las derivaciones australes de la cuchilla de Montiel; en donde las aguas escurren en dirección sur-suroeste desembocando en el Río Paraná. Esta región constituye una de las primeras regiones que adopta este conjunto de técnicas alternativas para reducir la degradación de los suelos, por lo que fue decretada Capital Provincial de la Conservación del Suelo (Gabioud *et al.*, 2014).

Se seleccionaron 60 lotes en el sitio piloto de la Aldea Santa María (Figura 1) con diferentes usos de la tierra, para llevar a cabo la investigación planteada en el marco

del Proyecto GEF 3623 (PNUD ARG/10/G49-PNUMA 4B85) "Incentivos para la Conservación de Servicios Ecosistémicos de Importancia Global en la Argentina". Este Proyecto fue implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual se ejecutó de manera conjunta por la Subsecretaría de Planificación y Políticas Ambientales de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS), por el INTA Estación Experimental Paraná y en colaboración con el Gobierno de Entre Ríos, a través de la Dirección General de Recursos Naturales (RRNN) y la Secretaría de Ambiente. Primeramente, se elaboró una base de datos cartográficos con información recabada en los relevamientos de campaña y se la articuló con el servicio que brindan los programas



**Figura 2.** Información relevada en el marco de los talleres de cartografía social (tomado de Beghetto et al, 2016)

informáticos, validando la información con la cartografía digitalizada. Además se utilizó un modelo digital del terreno (DEM), obtenido de la Misión Topográfica Shuttle Radar (acrónimo en inglés SRTM, de Shuttle Radar Topography Mission), con una resolución de 90m; que junto al trabajo de campo y a la elaboración de diferentes mapas de vegetación, tipo de suelo, catastral, uso de suelo, cursos naturales de agua, caminos rurales, entre otros, permitieron generar nuevos mapas temáticos en el medioambiente del SIG (ARC GIS) facilitando la visualización, el análisis y las consultas de datos de interés. Esta información procesada permitió la delimitación de la cuenca y subcuencas del sitio de interés.

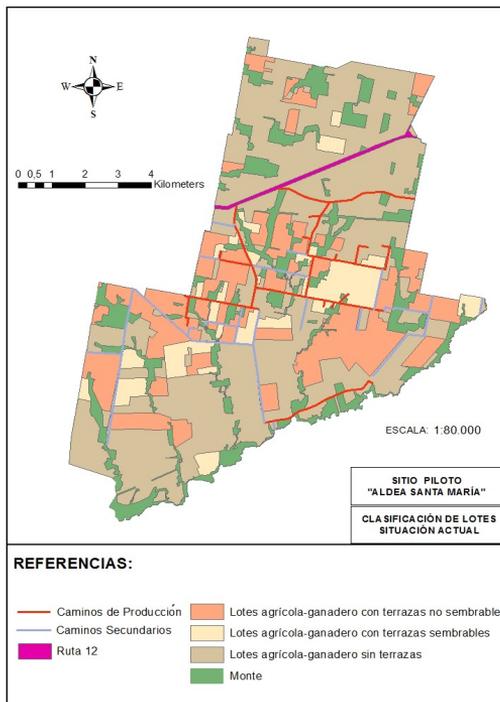
A partir de la integración del modelo hidrológico HEC HMS (USACE, 2019) y de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Modificada (MUSLE) se estimó la pérdida de suelo generada a partir de un evento aislado de precipitación; utilizando las Tormentas de Diseño para la Provincia de Entre Ríos (Zamanillo y Larenze, 2008), considerando

24 horas de duración y distintas recurrencias (Ramírez et al. 2016; 2017).

El Grupo de Biodiversidad de la EEA INTA Paraná, realizó un trabajo en el que se discriminaron cuencas contrastantes según la superficie de corredores de montes nativos, funcionales a la diversidad y cantidad de aves. Del mismo se seleccionaron dos de las seis subcuencas inscriptas dentro del sitio piloto de la Aldea Santa María (Ramírez et al., 2018). Cabe destacar que, en base a una serie de encuentros entre productores, habitantes del sitio de estudio, profesionales afines a diversas temáticas, técnicos y representantes de entes gubernamentales, se plantearon talleres de comunicación y construcción de consensos referidos a la propuesta a implementar y se elaboró una Cartografía Social (Beghetto et al., 2016). Esto permitió establecer lineamientos de trabajos a partir de las opiniones, sugerencias e ideas propuestas en base a los problemas y necesidades que padecen los mismos productores, habitantes y propietarios de los lotes. En este trabajo se logró relevar suficiente información referida

**Tabla 1.** Datos descriptivos de los diferentes usos de la tierra en el Área de Conservación de la Aldea Santa María

	Descripción	Áreas [Ha]	Porcentajes [%]
1-	Montes nativos	1441,15	14,86
2-	Lotes agrícola-ganadero con terrazas sembrables	832,63	8,59
3-	Lotes agrícola-ganadero con terrazas no sembrables	2135,33	22,02
4-	Lotes agrícola-ganadero sin terrazas	5078,01	52,36
5-	Caminos de producción	71,95	0,74
6-	Caminos secundarios	71,86	0,74
7-	Ruta Nacional N° 12	66,89	0,69

**Figura 3.** Mapa de ubicación actual de lotes con diferentes manejos y usos del suelo

a la ubicación de los parches de montes que fueron desmontados en los últimos 10 años, los caminos rurales, denominados caminos de producción que son utilizados para sacar

hacia la ruta principal sus productos, además de los caminos de uso frecuente llamados secundarios que sirven para traslado de los vecinos en el área de estudio (Figura 2).

Con todas estas actividades se buscó arribar a la participación y consenso de quienes habitan el territorio para la aplicación e implementación de estas propuestas. Además las decisiones consensuadas entre los diferentes actores asumen mayores posibilidades de sostenerse y perdurar en el tiempo, favoreciendo la toma de decisiones, el desarrollo de talleres que fortalezcan la organización y la acción política de la comunidad, apostando al diálogo y al consenso entre técnicos, profesiones, productores, habitantes, estamentos estatales y nacionales.

De la información relevada de la cartografía social se logró realizar una clasificación de los usos de la tierra y de las vías de comunicación identificadas.

## Resultados y discusión

### Identificación de diferentes usos del suelo en el Sitio Piloto de la Aldea Santa María

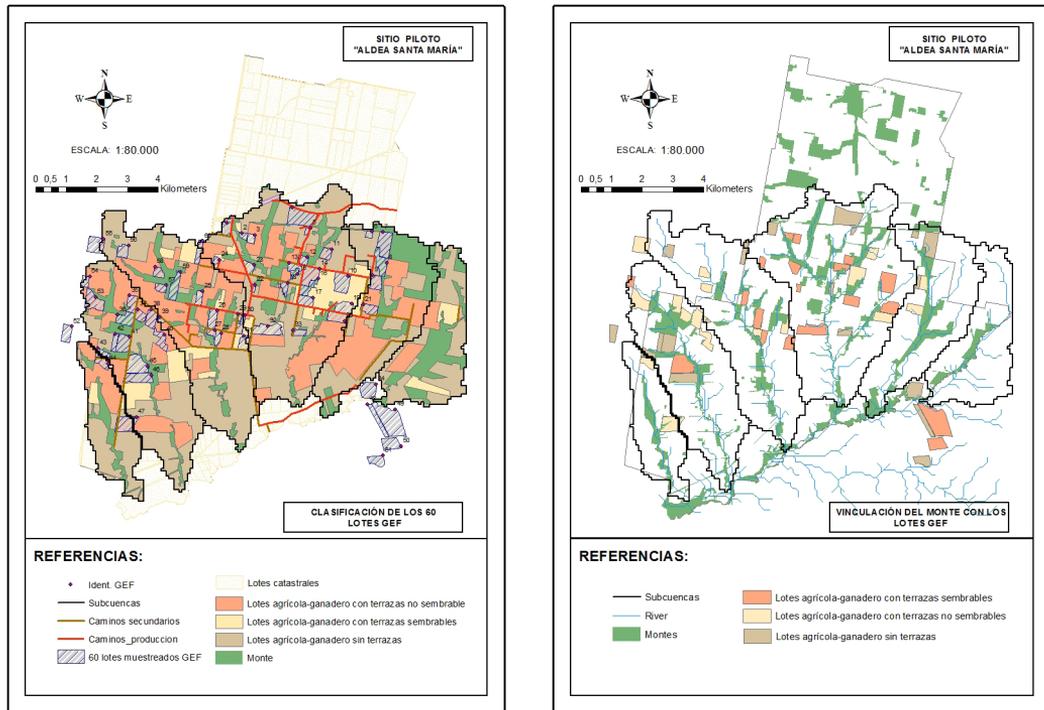
En la Tabla 1 se puede observar que el 52% de la superficie total del sitio piloto en estudio corresponde a lotes agrícola-ganaderos sin terrazas, y sólo el 30,61 % pertenecen a lotes agrícola-ganaderos con terrazas (8,6 % sembrables y 22% no sembrables).

A partir de la utilización de Google Earth, y en base a la información disponible se delimitaron áreas con distintos usos de suelo (Figura 3). Se identificaron los caminos rurales como un referente tópicico de interés para los productores y habitantes del sitio piloto de interés.

Del mapa se puede observar que sólo el 2% del sitio de estudio se encuentra cubierto por los caminos rurales y parte de la Ruta Nacional N° 12. Para este estudio se clasificaron a los caminos rurales en caminos de producción y caminos secundarios. Los caminos de producción son utilizados para trasladar la materia prima tanto de productores lecheros como los productores de granos, los caminos secundarios son los más transitados por los lugareños para comunicarse entre vecinos o de uso cotidiano; también hay caminos terciarios que no fueron tenidos en cuenta en este trabajo por ser muy escaso su tráfico o por encontrarse afectado con el avance de

malezas y en algunos tramos de zonas bajas se encuentran interrumpidos por algún curso de agua o inundados a causa del desborde de algún estanque ubicado a la ribera del camino.

En lo referente a los lotes sin sistematización, aquellos que se encuentran ubicados al norte de la Ruta Nacional 12, corresponden en su mayoría a zonas con predominio de suelos Alfisoles, caracterizados por estar ubicados en zonas planas y encharcables, donde los proyectos de drenaje y manejo cobran importancia. En cambio, los lotes sin sistematizar que se ubican al sur de la Ruta Nacional se corresponden a suelos del tipo Molisoles y Vertisoles, los cuales deben ser tenidos en cuenta en los proyectos de sistematización para el control de la erosión hídrica ya que están más expuestos a sufrir degradación, por estar ubicados en zonas con pendientes y por ende con mayor susceptibilidad.



**Figura 4.** Mapa de vinculación de los lotes en estudio con el monte nativo y los cursos de agua.

*Vinculación de los lotes con el monte nativo y los cursos naturales de agua.*

Es importante identificar la ubicación de los lotes seleccionados en las diferentes subcuencas y su vinculación con los paños vegetados y los cursos naturales de agua. Esto constituye una herramienta de gestión ya que se logra visualizar la conectividad que existe entre los montes y los cursos de agua permitiendo el diseño de la sistematización de los lotes a nivel de cuenca, utilizando los elementos lineales y terrazas para la evacuación de los excedentes hídricos (Figura 4).

En la Figura 4, se muestra a la izquierda la clasificación de los lotes seleccionados y su vinculación con el uso de la tierra, y su ubicación respecto a la delimitación de las subcuencas proyectadas. A la derecha, se observan los lotes seleccionados y su vinculación con los montes nativos y los cursos de agua.

*Propuesta de un Plan de Manejo de tierras a nivel de cuencas para la Conservación de los Servicios Ecosistémicos.*

Como resultado de las discusiones técnicas desarrolladas durante los encuentros con los diferentes referentes del sitio piloto de estudio se arribó a la necesidad de formular una guía que permita ordenar el manejo de la cuenca. La propuesta de manejo de tierras a nivel de cuenca incluye una serie de actividades que permite llevar a cabo un diagnóstico sobre el territorio en el cual se proyecta el sitio piloto, determinando los problemas, amenazas y las principales vulnerabilidades de la región con el propósito de generar líneas de actuación y toma de decisiones necesarias para reducir los riesgos presentes y futuros. La información relevada constituye una herramienta vital, que promueve la participación y el involucramiento activo de quienes habitan en la Aldea Santa María, para lograr la sustentabilidad de las acciones proyectadas en los planes de desarrollo local de esta cuenca. Estas actividades consisten en la interrelación entre las actividades humanas, el impacto que tiene en el medio ambiente y los recursos naturales, junto a las

acciones que se generen para responder a las problemáticas y necesidades de la cuenca.

Con la elaboración de los mapas temáticos y la información obtenida de los lotes seleccionados circunscriptos a la cuenca, se obtuvieron resultados que fueron extrapolados al resto del sitio piloto, permitiendo integrar las distintas condiciones ambientales, usos y manejos de suelos. La generación de estos mapas constituyó una herramienta de gestión, permitió un registro de los propietarios, tipos y uso del suelo, grado de sistematización y otras características. De esta manera se logró gestar una base de datos, que permite a su vez, su actualización. La misma puede ser utilizada en la posible toma de decisiones a futuro, como podría ser la posibilidad de que un productor requiera el asesoramiento técnico sobre la secuencia de ciertos cultivos para un mayor beneficio de su productividad y de suelo. También se podría elaborar un registro de los productores dedicados a la agricultura y/o ganadería e indicar los tipos de cultivos que desarrollan en cada campaña para poder llevar un análisis más exhaustivo de los usos de las tierras como de la implementación de las prácticas de conservación y manejo del suelo de manera integral. Esto podría ser útil para distintos organismos, instituciones gubernamentales o privadas para la aplicación de políticas de incentívación en el marco de la Ley Provincial de Conservación Obligatoria de Suelos.

Esta base de datos facilitará además la mejora y optimización del ordenamiento territorial en lo que respecta a la estructura vial de la cuenca en beneficio a las necesidades de los productores. Además, se logró identificar las superficies correspondientes a montes nativos que se encuentran en las zonas ribereñas de los cursos de agua naturales, permanentes y/o temporarios. En la zona de montes nativos se pudo identificar la ubicación de los diferentes parches de vegetación autóctona lo que permitió favorecer la recolonización con especies nativas y propiciar el movimiento de algunas especies controladas en estos agroecosistemas.

En el marco de la propuesta de este plan de manejo de tierras a nivel de cuenca se pretende diagramar secuencias de cultivos en una rotación agrícola para evitar la degradación del suelo y mantener sustentable al sistema de producción, atenuando la disminución de la materia orgánica en la capa arable del suelo, incrementando la aplicación obligada de prácticas de conservación para el uso de la tierra y la incorporación de vegetación autóctona como técnica de forestación y/o reforestación de la región en estudio en aquellas zonas que requieran mayor demanda para establecer un equilibrio en el agroecosistema a nivel de cuenca. Para ello es necesario trabajar la idea generada en una gestión integrada de los recursos naturales, suelo-agua-flora-fauna-servicios ecosistémicos, a nivel de cuenca.

Otra etapa de esta propuesta es la de gestionar un trabajo planificado, consensuado y mediado con los productores de la región, los residentes de la cuenca y el municipio, para lo cual se plantea un modelo que pretende establecer un sistema estructurado que conste de un Comité Interinstitucional (CI) de la cuenca, el cual estará conformado por un grupo de personas que viven en la cuenca y que serán los representantes de todos los habitantes de la misma. Dichos representantes surgirán de una elección previa llevada a cabo entre sus pares en asamblea general, en donde todos los habitantes de dicha cuenca fueran partícipes del mismo. También formarán parte del CI representantes idóneos al tema, del ente gubernamental de la Provincia de Entre Ríos, un Comité Técnico Asesor (CTA) que estará integrado por responsables de organismos del estado provincial y nacional, educativos, representantes de la comunidad y productores agropecuarios que se sientan motivados a participar. Estos serán los responsables de llevar a cabo las mediciones y controles de erosión del suelo, la conservación del ecosistema y los desarrollos tecnológicos e innovaciones que puedan surgir a partir de nuevos estudios del área de influencia; como así también tareas de asesoría para los productores en temas relacionados al beneficio de la secuencia de cultivos en una rotación

agrícola para la producción y el suelo. También se incorporará un Comité de Diagnóstico Legal (CDL) conformado por un grupo de abogados afines a estos temas que acompañen en la toma de decisiones del desarrollo de gestión de la cuenca en el marco legal en pos de sus habitantes. Cada una de estas comisiones conformará el Comité de Gestión de Cuenca de la Aldea Santa María (CGCASM).

Esta propuesta pretende que, a partir de los sucesivos encuentros que realice el CI se puedan plasmar los principales problemas de la cuenca, y junto a los otros organismos, CTA y CDL, busquen las causas que lo originan y propongan las posibles soluciones en el tiempo, planteando objetivos y estableciendo un procedimiento a seguir, que pueden incluir estudios, análisis, implementación de técnicas, entre otros.

En cuanto a la conservación de los recursos hídricos se propone:

- Llevar a cabo un programa de educación del agua vinculado a los diferentes niveles educativos presentes en la cuenca y alrededores, como así también a los participantes de instituciones que se encuentren relacionados directamente con la problemática.
  - Establecer un programa de seguimiento periódico de evaluación y adecuación constructiva de las obras de canalización, obras de arte y de infraestructura vial.
  - Implementar un registro de datos que involucre el monitoreo de las diferentes variables hídricas y ambientales en la cuenca.
  - Efectuar relevamientos de las áreas protegidas, montes nativos, para llevar a cabo estudios ambientales de la cuenca y un seguimiento del mismo.
  - Llevar a cabo obras de ingeniería para la construcción y aprovechamiento de reservas de agua natural para el consumo del ganado.
- En cuanto al manejo del suelo es evidente que la sistematización de tierras a nivel de cuenca, es una alternativa para preservar los recursos naturales. La sistematización de suelos facilita la división de la cuenca en secciones, en donde en cada una el agua que escurre se dirige hacia una terraza. La

superficie de la sección conforma el área de captación del agua que cae dentro de esa terraza. Una sección cualquiera puede tener como límite una terraza en la parte superior y otra en la parte inferior, que se vinculan entre los lotes vecinos; o bien sus límites pueden ser divisorias de agua conformados por los cursos de agua natural. El diseño de las terrazas deberá acompañar la estructura del paisaje poniendo énfasis en la reducción de la pendiente. Cada terraza determinada en la cuenca deberá confluir en un canal colector cuya función es el de dirigir el agua excedente con velocidad reducida hacia una zona de descarga de la cuenca que puede ser un curso de agua natural. Se propone la implementación de terrazas reservorios, son terrazas vegetadas que tienen por función moderar la erosión hídrica del suelo y convertirse en conectores de relictos de montes y corredores y refugios de las especies de flora y hábitat de la fauna, autóctonas.

Las terrazas reservorio presentan ventajas, de las que se destacan que:

- No son perjudiciales para los sistemas de producción agrícola y ganadero.
- Facilitan la interconexión de parches o elementos lineales con los canales colectores.
- Constituyen el vínculo entre la cuenca hidrográfica con las buenas prácticas agropecuarias (Gabioud *et al.*, 2014).

Con estos lineamientos se podría reforestar aquellas zonas donde se requiere conservar los suelos y en los lugares en donde se hayan realizados los desmontes de forma desmedida. Esto también favorecería al control de arrastre de los sedimentos, los cuales se depositan aguas abajo generando una reducción de la velocidad del flujo y favoreciendo la sedimentación. Se deberá elaborar un programa de ordenamiento ambiental del territorio que establezca las alternativas para el uso del suelo, el agua y el ecosistema; haciéndolo comunitario a la sociedad involucrada.

Es posible establecer un programa de valoración económica de los servicios ambientales presentes en la cuenca. Cabe

aclarar que los costos de implementación de esta propuesta, plan de manejo de cuencas en el sitio piloto de la Aldea Santa María, no serían muy elevados ya que se podría vincular con la Ley Provincial N° 8318 de Conservación de Suelos y con la Ley provincial que adhiere a la Ley de Presupuestos Mínimos de Bosques Nativos N° 26331, y otras leyes afines.

Para garantizar el cumplimiento del plan es de suma importancia llevar a cabo un monitoreo sistemático que permita realizar un seguimiento exhaustivo de la puesta en marcha de la gestión de manejo de esta cuenca, que puede ser realizado a través de imágenes satelitales, de información provista por la población y de visitas periódicas a campo por parte de los integrantes responsables que conforman el Comité de Gestión de Cuenca de la Aldea Santa María (CGCASM).

Con la ayuda de la participación de la comunidad para generar el diagnóstico de los problemas más frecuentes, ideas y opiniones se llevó a cabo un relevamiento de los caminos, los cuales ellos clasificaron en principales y secundarios. Estos trabajos se llevaron a cabo en forma conjunta entre los productores de la región, técnicos y profesionales afines a los temas, como una línea de base para la implementación de la Conservación de los Servicios Ecosistémicos. Dentro de un Plan Estratégico Integral (PEI) para el mantenimiento de los caminos rurales, se debe involucrar el mantenimiento, la rehabilitación y conservación de los caminos rurales como así también las obras de arte que hubiera (alcantarillas, puentes, entre otros), solucionando en gran medida los problemas de tránsito y sus consecuencias para los productores locales.

La finalidad del PEI es obtener caminos transitables durante todo el año, disminuir los costos de transporte, reducir las pérdidas de producción por no poder llegar al acceso de las rutas de comunicación principal, incrementar las actividades agrícola y ganadera, lograr una buena conducción y descarga de los efluentes excedentes, revalorizar el valor de la tierra, mejorar la

calidad de vida de los pobladores rurales y la comunicación con los servicios básicos, entre otros. Se puede invertir en el uso de los impuestos inmobiliarios rurales para la creación y mantenimiento de las infraestructuras rurales.

### Conclusiones

Con este trabajo se logró ordenar la información para la elaboración de un Plan de gestión de cuencas en el que se desarrollan acciones y estrategias que involucran el manejo del suelo, del agua, de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos en el sitio de estudio. Esta gestión implica la revitalización de las funciones ambientales e hídricas de la cuenca a través del manejo y protección de los cursos de aguas permanentes y temporarios, la implementación de las prácticas de reforestación, la incorporación de elementos lineales y/o terrazas reservorios que permitan reconectar los parches de vegetación aislado, corredores y reservorios para mantener la heterogeneidad del paisaje y aumentar la biodiversidad, constituyendo una forma de revalorizar las tecnologías de sistematización de tierras. Como así también la implementación de actividades agropecuarias que compatibilicen la producción con la conservación de la biodiversidad y la disminución de la erosión hídrica, beneficiando la fertilidad y la capacidad productiva de los suelos a nivel de cuenca, con el propósito de reducir los efectos e impactos negativos de algunos fenómenos en la misma. Todas estas tareas son posibles de llevarse a cabo a partir del trabajo conjunto con los productores, los residentes del sitio de estudio y las entidades educacionales como gubernamentales a nivel provincial y nacional.

### Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el marco del Proyecto GEF 3623 (PNUD ARG/10/G49-PNUMA 4B85) "Incentivos para la Conservación de Servicios Ecosistémicos de Importancia Global en la Argentina". Este Proyecto fue implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

(PNUD) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual se ejecutó de manera conjunta por la Subsecretaría de Planificación y Políticas Ambientales de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS), por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Paraná y en colaboración con el Gobierno de Entre Ríos, a través de la Dirección General de Recursos Naturales (RRNN) y la Secretaría de Ambiente.

### Bibliografía

- BEGHETTO, S.S.; MARNETTO, M.J.; GABIOUD, E.A.; SASAL, M.C. y WILSON, M.G. (2016). Cartografía Social. Metodología para construir consensos e implementar una propuesta de conservación de servicios ecosistémicos. XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Editorial UniRío. Córdoba. Argentina.
- BOTERO, E.U. (2015). Estudios del Cambio Climático en América Latina. El Cambio Climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) – Unión Europea. Pp. 1-86
- FAO, IT. (2006). Marco de Referencia e Indicadores Medioambientales de Presión-Estado-Respuesta. [Fecha de acceso: 28 de Julio de 2017]. Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/004/W4745S/w4745s06.htm>
- FAO, IT. (2013). Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. [Fecha de acceso: 20 de Febrero de 2020]. Disponible en URL: <http://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>
- GABIOUD, E.A.; OSZUST, J.D.; WILSON, M.G.; ZACCAGNINI, M.E.; M.C. SASAL, CALAMARI, N.C. y DARDANELLI S. (2014). Caracterización ambiental del sitio piloto "Aldea Santa María" (Anexo 1) En: (Zaccagnini, M.E.; Wilson, M.G. y J.D.

- Oszust, eds.; 95 pp) Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Area piloto Aldea Santa María. 1ª. Edición. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación; INTA. Bs. As. pp 77-83. ISBN 978-987-1560-55-4.
- GLOBAL WARET PARTNERSHIP, G.W.P. (2008). Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Bases para el Desarrollo de Planes Nacionales. [Fecha de acceso: 20 de Enero de 2017]. Disponible en URL: <http://www.gwpsudamerica.org>.
- OLAYA OSPINA, E.; NAVARRO CUERVO, L. F.; BARRAGÁN ACOSTA, M.C.; BRIJALDO FLECHAS, N. J.; TOSSE LUNA, O. D. y NIÑO PARRA, W. L. (2014). Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. ISBN: 978-958-8491-89-9.
- ORTUÑO TÁÑEZ, C.; HUAYLLA CÁCERES, B.; SAAVEDRA, C.; CÓRDOVA, R.; ARCE, A.; CANQUI, F.; MADRID, E.; ZUBIETA, L.J. (2018). Guía metodológica para la elaboración del Plan de Gestión Local de Microcuencas. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Editorial Don Bosco. La Paz. Bolivia. 94p.
- PNUMA, CDB. 2000. Decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su quinta reunión. 165p.
- PNUMA, CDB, 2004. Decisiones adoptadas por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su Séptima Reunión.
- RAMÍREZ, R.G.; WILSON, M.G.; MARIZZA, M.S. & GABIOUD, E. (2016). Predicción de la Pérdida de Suelos aplicando MUSLE en Aldea Santa María, Entre Ríos. Revista Argentina de Ingeniería (RADI). Año 4. Volumen 8. Octubre 2016. ISSN 23140925. Argentina (pp. 36-42).
- RAMÍREZ, R.G.; WILSON, M.G.; MARIZZA, M.S. & GABIOUD, E. (2017). Utilización de SIG para la aplicación del modelo MUSLE en la estimación de la producción de sedimentos en Aldea Santa María, Entre Ríos. Congreso Argentino de AgroInformática (CAI – SADIO). 46JAIIO - CAI - ISSN: 2525-0949 – (pp. 205-217).
- RAMÍREZ, R.G.; WILSON, M.G.; GABIOUD, E.; OSZUST, J.; SASAL, C.; CERANA, J.; MARIZZA, M.S. & SIONE, S. (2018). Rediseño y Adecuación de Cuencas para la Conservación del Suelo y los Servicios Ecosistémicos. VIII Congreso sobre Uso y Manejo del Suelo (UMS-2018). Universidad Da Coruña. España.
- SASAL, M.C.; WILSON, M.G.; BEDENDO, D.J. y SCHULZ G. (2015). El Deterioro del Suelo y del Ambiente en la Argentina (Casas, R. y G. Albarracín, eds.). Capítulo Provincia de Entre Ríos. PROSA, FECIC, INTA. 111-120. ISBN 978-950-9149-39-7.
- SCOTTA, E.S.; NANI, L.A.; CONDE, A.A.; ROJAS, A.C.; CASTAÑEIRA, H. y PAPANOTTI, O.F. (1989). Manual de sistematización de Tierras para control de erosión hídrica y aguas superficiales excedentes (Segunda edición corregida y aumentada). Ediciones INTA. Serie Didáctica N° 17. 56pp.
- SMITH, R.D. y MALTBY, E. (2003). Using the Ecosystem Approach to Implement the Convention on Biological Diversity: Key Issues and Case Studies. IUCN, Gland (Switzerland) and Cambridge (U.K.), 118 pp.
- ZAMANILLO, E.; LARENZE, G. (2008). Tormentas de diseño para la Provincia de Entre Ríos. Edición Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Concordia. (Vols. ISBN 978-950-42-0109-0). Concordia, Entre Ríos. 104pp.

Original recibido (15/05/2020)  
Original aceptado (31/07/2020)