

Manual de Buenas Prácticas de Conservación del Suelo y del Agua en Áreas de Secano (2019)

Eds. Roberto R. Casas y Francisco Damiano

CAPÍTULO Provincia de San Juan

Autores:

Jimena Andrieu, Julieta Carmona, Mariana Martinelli, Juan Scaglia, Raúl Tapia.

Índice

Regiones ecológicas productivas	1
Principales procesos de degradación del suelo	3
Normativas legales	4
Prácticas de manejo del suelo y del agua	5
- Captación de aguas en reservas	5
- Acueducto	9
- Potrero de reserva	13
a) Uso del territorio: Mapeo Participativo (MP)	13
b) Disponibilidad forrajera: Transectas Point Quadrat (TPQ)	15
c) Receptividad Ganadera	17
d) Cálculo de los potreros de reserva	18
Bibliografía	21

Regiones ecológicas productivas

Las zonas áridas del mundo se caracterizan por su marcado déficit hídrico, lo que demanda un esfuerzo de las poblaciones humanas para realizar un uso tal del agua que permita lograr un desarrollo social y económico del territorio. La Provincia de San Juan, con una superficie de 89.651 km², se encuentra dentro de dichas zonas por sus bajas precipitaciones pluviales y sus elevadas temperaturas. En este contexto, el usufructo del agua genera una fragmentación del ambiente en dos sistemas socio-productivos. Por un lado, se encuentra el oasis irrigado donde se ubica la producción de vid, olivos y de algunos cultivos hortícolas industriales (siendo la superficie cultivada el 1,3 % de la superficie provincial) y por el otro, se halla el área de secano ocupando el resto del territorio junto con las cadenas montañosas (CNA, 2002). El secano se caracteriza por tener explotaciones sin límites definidos donde la actividad productiva principal es la cría de cabras (Tapia y Andrieu, 2015; Carmona *et al.*, 2017). Las diferencias entre estos sistemas se hallan fundamentalmente en la disponibilidad de agua y el acceso a la titularidad de la tierra, entre otros.

Justamente la disponibilidad hídrica se encuentra asociada a la posibilidad de acceder al uso del agua presente en los ríos. Estos ríos, se caracterizan en general por provenir de los deshielos andinos, siendo el más importante el río San Juan. Este río no solo es el de mayor caudal de toda la cuenca del Desaguadero (66 m³ s⁻¹, promedio de 100 años), sino que, a partir de este río se estructura la red de riego y drenaje sobre la cual se instala la mayor superficie cultivada bajo riego de la provincia. En este contexto, los sistemas productivos del secano, deben hacer un uso más exhaustivo de las fuentes de agua alternativas a la del río San Juan (el cual es aprovechado dentro de los márgenes de los oasis irrigados). Una de esas “fuentes alternativas”, está representada por el agua subterránea. Sin embargo, esta fuente en muchos casos presenta características en cuanto a cantidad y calidad que no permiten su explotación de manera directa. Esto puede ser tanto por los elevados índices hidroquímicos (salinidad, arsénico, flúor) que inhiben su utilización, como por las características hidráulicas propias de los acuíferos que limitan o imposibilitan la explotación del recurso. Otra fuente alternativa resulta del aprovechamiento del agua de lluvia que, correctamente manejada, permite desarrollar las actividades de los productores del secano (Tapia *et al.*, 2017).

Caracterización de los sistemas del secano: Punta del Agua

La zona de estudio se encuentra enclavada en la provincia fitogeográfica del Monte, donde las condiciones climáticas imperantes (máximas estivales de 42°C y lluvias que no superan los 100 mm anuales) son un factor limitante para el desarrollo de la vida y las actividades de las personas que habitan en el secano.

En cuanto a la vegetación, estructuralmente, ésta se presenta en forma de bosque abierto donde predominan las especies arbóreas tales como el algarrobo dulce

(*Prosopis flexuosa*), algunas arbustivas como el alpataco (*Prosopis alpataco*), la zampa (*Atriplex lampa*), el cachiyuyu (*Atriplex crenatifolia*); mientras que el estrato herbáceo está representando por especies como el pasto raíz (*Trichoris crinita*). Este bosque comparte especies con otras provincias biogeográficas como las del Chaco y el Espinal; encontrando como un elemento típico “(...) *la dependencia de los mismos al aporte del agua de lluvia y de agua subterránea o de ríos y arroyos*” (Martinelli *et al.*, 2017).

Esta área de secano es un espacio donde las personas desarrollan su vida y sus actividades, dentro de las cuales se puede mencionar la ganadería caprina. Este sistema de producción está orientado, en su mayor parte, a cubrir las necesidades del grupo familiar que allí reside. La demanda hídrica de este sistema productivo es aportada por el río San Juan. Sin embargo, dado su carácter natural (deshielo, por tanto, caudal heterogéneo) y su tasa de aprovechamiento en la zona del oasis, con frecuencia la disponibilidad de agua se ve limitada a tal punto que se pone en peligro la subsistencia de los productores del secano.

Por tanto, un manual de prácticas que permitan un adecuado manejo del agua y del suelo resulta clave y de suma importancia en estos sistemas. Para ello, dentro del agro-ecosistemas de secano, se toma como área piloto la comunidad del Rincón emplazada en Punta del Agua, Departamento de 25 de Mayo (Figura 1). Este lugar es distintivo por ser un espacio ocupado por la Comunidad originaria Wuarpe Sawa (reconocida por el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas en el 2000), y por corresponder a una zona del sitio Ramsar: Humedal Lagunas de Guanacache.

La situación de escasez de agua para el área de estudio se ve afectada, a su vez, por el hecho de que para encontrar agua subterránea de calidad se debe “viajar” por falta de infraestructura. Sin embargo, este servicio de provisión de agua para consumo humano vía “viaje” suele ser interrumpido y, por tanto, la disponibilidad se ve afectada. Por tanto, se considera que las prácticas de manejo del agua y del suelo deben apuntar a proporcionar volumen y calidad de los recursos hídricos para dar sostenibilidad a la vida de quienes allí residen.

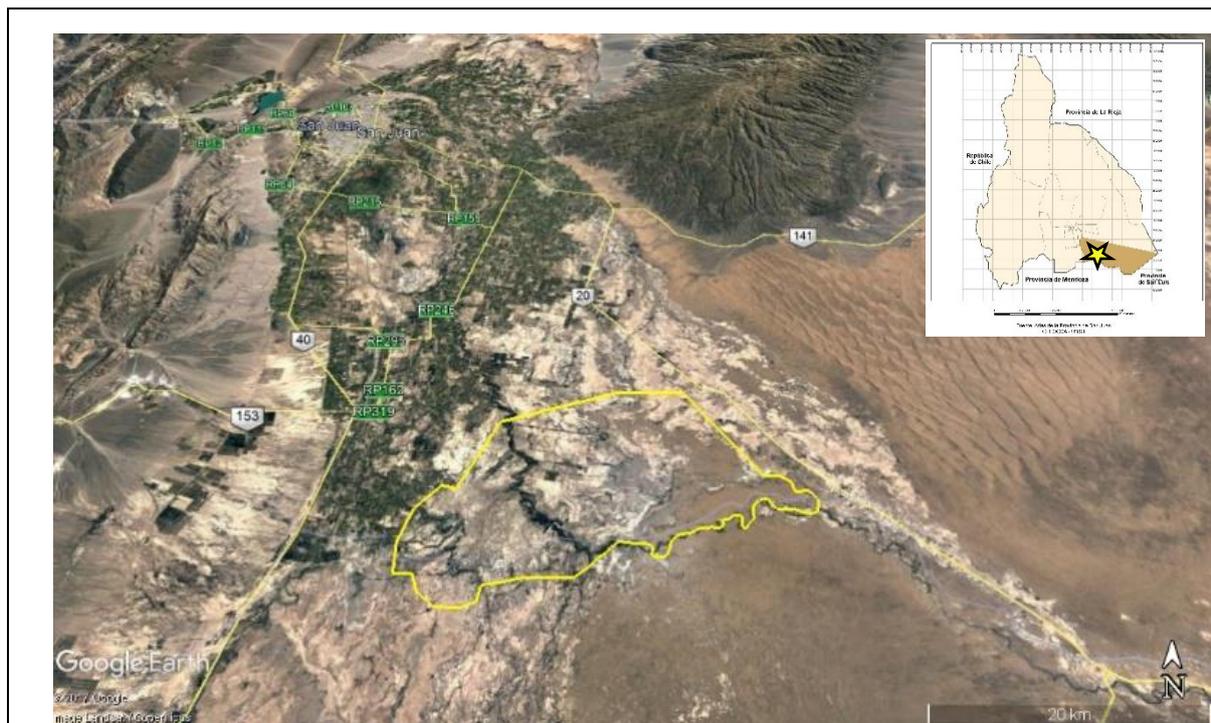


Figura 1. Imagen Google Earth del sitio de estudio ubicado en el Departamento de 25 de Mayo, al sur de la Provincia de San Juan. El polígono amarillo () corresponde a la Comunidad Sawa, ubicada entre el gran oasis del Valle de Tulum y los Médanos Grandes de Caucete.

Principales procesos de degradación del suelo

El área Punta del Agua presenta una vasta historia ambiental que como consecuencia ha dado un paisaje hidrográfico ahora ya muerto. El desecamiento de las Lagunas de Guanacache acentúa el rasgo desértico en este extremo Sur de la provincia, donde la actividad agrícola tuvo gran relevancia en el pasado, difícil de ponderar en la actualidad. Este fenómeno se debe a múltiples factores, entre los cuales se destaca la erosión de los suelos lagunares por el manejo inadecuado del agua que llega al sitio desde los ríos tributarios de los oasis del Valle de Tulum, aguas arriba, y del oasis Norte del Gran Mendoza, aguas abajo. Dentro de los demás factores que aceleraron el proceso se mencionan aquí la tala rasa del bosque, practicada históricamente para abastecer la necesidad de combustibles de las locomotoras hasta mediados del siglo pasado y, posteriormente, la necesidad de palos para dar estructura a los viñedos. Con el tiempo, el bosque natural quedó reducido a especies arbustivas y de bosque degradado. Por último, se puede citar como factores secundarios la pérdida de cobertura vegetal por sobrepastoreo del ganado y la invasión de especies exóticas (Dalmaso & Anconetani, 1993; Abraham & Beekman, 2006; Torres, 2008; Sosa, 2012; Rojas, 2013; Perosa *et al.*, 2014).

Normativas legales

Respecto del marco legal y las normativas vigentes a nivel nacional y/o provincial se señala en primer lugar que la Constitución Nacional Argentina establece que *“corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio”* (artículo 124). Esto tiene implicancias directas en lo que respecta delegar la gestión de los recursos naturales bajo la órbita de los gobiernos provinciales.

De este modo, a nivel provincial se encuentran una serie de leyes y normativas provinciales enfocadas principalmente en la gestión del recurso hídrico, aunque no exclusivamente. Se mencionan aquí el Código de Aguas de San Juan (Ley Provincial N° 4.392) y la ley de creación del Departamento de Hidráulica (Ley Provincial N° 886). Existen a su vez otras normativas enfocadas en la preservación de los recursos de agua, suelo y aire y control de la contaminación en la Provincia de San Juan (Ley Provincial N° 5.824 y Decreto Provincial N° 2.107). Se advierte que, en materia de gestión del agua, existe un sesgo en la normativa de regular para las áreas de regadío (principalmente en lo que respecta a la Ley 886).

En segundo lugar, es importante señalar que la tenencia de la tierra es un problema de las áreas de secano de la Provincia de San Juan. En este sentido, se menciona la Ley 26.160, aprobada en el año 2006 que trabaja específicamente sobre los problemas de posesión y propiedad de tierras ocupadas por comunidades indígenas originarias del país. También, se identifica el rol que juega la figura de la “posesión veintañal” del Código Civil Argentino en materia de regulación de situaciones de tenencia precaria de la tierra. No obstante, ambas trabajan de manera parcial sobre las problemáticas y características de la población residente en las áreas de secano de la provincia.

Ahora bien, en lo que respecta a la regulación sobre los usos y situación de dominio de la tierra, no se puede desconocer el desarrollo de un marco normativo nacional específico a lo largo de la última década. Así en el año 2007 se aprueba la Ley 26.331 de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos; en el año 2008 la Ley 26.639 de presupuestos mínimos para la preservación de los glaciares y del ambiente periglacial y entre otras, en el año 2011 la Ley 26.737 de protección al dominio nacional sobre la propiedad, posesión o tenencia de las tierras rurales. Si bien no es objetivo profundizar sobre las implicancias locales de dicha legislación, se identifica una búsqueda por generar una mayor gobernabilidad del estado sobre espacios de tierra que cada vez se encuentran más privatizados y concentrados.

Prácticas de manejo del suelo y del agua

1. Nombre de la práctica: Captación de aguas en reservas

Definición: Se clasifican como aguadas a los lugares donde se receipta el agua proveniente de las fuentes meteórica, superficial y/o subterránea, cuya finalidad es cubrir la demanda de las personas, del ganado y/o del riego que se pretenda administrar.

Objetivo: Alcanzar el aprovechamiento del agua de lluvia mediante la planificación y construcción de aguadas destinadas al usufructo de los sistemas productivos ubicados en la zona de secano.

Condiciones para su aplicación: Para la selección del lugar donde se construirá la aguada, hay varios criterios técnicos que se deben tener en cuenta:

- i) Tamaño de la cuenca: Si es demasiado grande puede ocasionar daños de erosión y si resultara más pequeña no aportaría el agua suficiente para llenar la aguada.
- ii) Topografía del terreno: La aguada debe ser construida en la zona de menor pendiente lo que facilitara su llenado. Suele ocurrir que las mejores zonas para la construcción de aguadas tengan una menor pendiente respecto de la zona donde se encuentran los corrales; en este caso, y aunque el posible lugar de construcción esté en la zona baja, éste debe evitarse ya que los corrales pueden aportar materiales contaminantes al agua de llenado.
- iii) Composición y funcionamiento del sistema productivo: Si el mismo contará con ganado de diferentes especies, se debe tener en cuenta que la producción animal es afectada negativamente por el esfuerzo del ganado en el momento del acceso al agua. Si los animales caminan grandes distancias para poder acceder al agua, esto se verá traducido en una reducción de la producción de carne y leche. Además, si el agua de la represa se destina al riego de huertas familiares, la aguada no puede ser ubicada en zonas que dificulten su conducción.
- iv) Por último, dada su importante contribución relativa en la reducción de la pérdida de agua, se requiere forestar los márgenes de la represa. A su vez, teniendo en cuenta el escenario de extrema aridez en la cual se plantean estas acciones, la elección de las especies a utilizar debe hacerse buscando evitar la necesidad de riego de las mismas (Villagra *et al.*, 2011; Dalmaso *et al.*, 2014).

Superficie estimada de aplicación: 15.000 hectáreas.

Normas técnicas: Se deben tener en cuenta los siguientes datos (Tapia *et al.*, 2017):

- i) **Tamaño de la cuenca:** La cuenca del Valle de Tulum es una depresión intermontana que se localiza en el sector Centro Sur de la provincia, entre la Sierra de Pie de Palo al Este y las sierras Chica de Zonda y de Villicum al Oeste y tiene una superficie estimada de 4.400 km² (5 % del total de la provincia). El Rincón se localiza en la parte distal de la cuenca del Tulum y su superficie es de 56 km² aproximadamente (Figura 1).
- ii) **Topografía del terreno:** Se pueden distinguir en la zona dos direcciones predominantes de pendiente, una Norte-Sur y la otra Oeste-Este. Por lo que las confluencias de ambas direcciones pueden ser aprovechadas para la elección del lugar. Los valores de las pendientes deben ser calculados mediante el trabajo de campo.
- iii) **Sistemas productivos afectados por la propuesta:** 17 comunidades originarias ubicadas en la zona de El Rincón. En dicho sistema productivo, la ganadería extensiva representa un componente de gran ponderación. Por tanto, para la elección del posible sitio se consideró la distancia promedio de los puestos a la aguada, evitando que los animales caminen más de 8 km por día.
- iv) **Dimensión y capacidad de la aguada:** Depende esencialmente del número de personas, de la cantidad y tipo de especies de animales, de las superficies de riego y tipo de cultivo que se planifique abastecer y de las pérdidas que se produzcan. Lo ideal es hacer un censo con estos requerimientos, que permita efectuar el cálculo del consumo diario y de las pérdidas. Luego se debe calcular el máximo período sin lluvias, estando íntimamente ligado al lugar (datos de lluvia, temperatura y evaporación). El cálculo debe efectuarse con un cierto margen de seguridad por años atípicos, donde se puedan prolongar las falencias de precipitaciones, y se deben adicionar las pérdidas que se producen por evaporación superficial del agua libre y por la infiltración del fondo del reservorio. Los cálculos se deben efectuar previendo las máximas cargas animales que puedan soportar los potreros abastecidos por esa aguada. Las pérdidas producidas por evaporación se pueden disminuir construyendo las represas rectangulares (Figura 2), de manera tal que la orientación del eje principal de las mismas sea perpendicular a la dirección predominante de los vientos de la región, ofreciendo así una menor superficie expuesta y, de esta manera, se minimiza la formación de oleaje, que repercute sobre los taludes (Basan Nickisch, 2012).



Figura 2. Represa en construcción en la zona de Punta del Agua (marzo 2018).
Departamento 25 de Mayo. San Juan

Equipos necesarios:

- Tratamiento del piso: Existen varios métodos para la impermeabilización del fondo de la aguada, y la elección de los mismos queda ligada principalmente al tipo de suelo y la relación costo-beneficio. Para el estudio de caso se consideró una primera etapa donde se compacta el suelo a partir del ingreso de los animales al reservorio; exigiendo luego una limpieza para recién ahí poder colocar el plástico de polietileno, cubriéndolo con una capa de suelo de 20 cm de espesor.
- Decantador: Los decantadores o “trampa de sedimentos” son aquellos mecanismos que permiten retener, en su mayor parte, los sólidos en suspensión que trae el agua proveniente del área de captación, alargando considerablemente la vida útil del cuenco receptor, sin necesidad de periódicas remociones. Para el presente proyecto se plantea la construcción del decantador propuesto por INTA-EEA Santiago del Estero (2012). Las dimensiones del mismo pueden variar dependiendo de distintos factores entre los cuales uno de los que adquiere mayor ponderación es el valor de la pendiente.
- Bebederos: Se realiza para evitar que el ganado ingrese directamente a la represa y cause daños al piso. Estos son colocados en los márgenes de la aguada, aprovechando el desnivel del terreno, y conectados a la misma por caños de PVC. Se aconseja construirlos con una combinación de cemento y piedra en pos de preservar la vida útil de los bebederos.

- Alambrado perimetral: Estos son construidos con postes de madera y alambre galvanizado para evitar el ingreso del ganado.
- Forestación: Esto es algo que suele omitirse y es de gran importancia. Las especies elegidas para este fin deben tener en cuenta las condiciones de aplicación. La primera de ellas es la dirección perpendicular a los vientos predominantes y la forma de la represa rectangular. Esto reducirá la superficie de exposición y por lo tanto la pérdida de agua por evaporación. Además, direccionar el cuerpo de agua en este sentido, evita la formación de olas y la posterior erosión de los taludes de la infraestructura. Para contrarrestar el efecto del viento, una alternativa es la construcción de cortinas rompe vientos. Para ello, si bien se pueden seleccionar distintas especies de árboles, estos deben cumplir con algunos criterios: consumo y uso eficiente del agua (ya que algunas especies de árboles son grandes consumidores y derrochadores de agua), buena adaptación a condiciones ambientales extremas y por lo tanto estresantes, y altura y porte que no pongan en peligro la seguridad de las personas y/o animales.

El segundo elemento a considerar es la forestación en los márgenes de la represa, lo cual, además de reducir el volumen de agua evaporada, brinda sombra a los animales y personas que hace uso de la construcción. En este sentido necesariamente, y más aún en el secano, hay que considerar el aporte sustancial de las especies nativas que, en comparación con otras exóticas, son más eficientes en el aprovechamiento de agua. Esto último es importante ya que al seleccionar especies nativas por sobre algunas exóticas, se reduce la probabilidad de que los árboles se conviertan en una especie que “*compite*” con el ganado por el uso del recurso. La implantación de árboles y arbustos se debe realizar por fuera del alambrado perimetral de la represa y la distancia entre los ejemplares debe considerar el tamaño de copa y altura máxima de las especies seleccionadas. En este sentido se recomienda el uso de las especies *Prosopis flexuosa* y *chilensis*, cuya distancia de separación no debe ser inferior a los dos metros. Otras especies recomendadas son el chañar (*Geoffroea decorticans*), el espinillo (*Acacia caven*), la tusca (*Acacia arama*), la brea (*Cercidium praecox*). Entre la distancia que separa los árboles, se pueden colocar algunas especies arbustivas nativas, entre las que se destacan las pertenecientes al género *Larrea divaricata* y *cuneifolia*, como así también aquellas que se encuentran dentro del género *Atriplex*. Por tanto, se insiste tener en cuenta la historia de vida de las especies forestales y elegir aquellas que se adapten mejor a la zona, reduciéndose así la posibilidad de fracaso.

Mantenimiento: La vida útil de una represa depende, en gran medida, de las tareas de mantenimiento, algunas de las cuales deben realizarse cuando la aguada no se encuentra en uso. Los trabajos de mantenimiento deben estar orientados a conservar y/o mejorar el estado de todos los elementos que forman parte de ella. En la zona de secano, resulta importante aprovechar aquellos momentos en los que la represa se encuentra vacía. En esos momentos y en caso de ser necesario se debe realizar remoción de la capa de sedimentos que se depositan en el fondo de la misma. Este trabajo toma importancia ya que, de no hacerse, en tiempos prolongados, la represa corre el riesgo de embancarse. Por otra parte, el mantenimiento del alambrado perimetral es otro de los aspectos de

importancia. El buen estado de este elemento asegura que los animales no ingresen a la aguada, evitando de esta manera el deterioro de los taludes de la represa y prolongando la vida útil de la misma. Finalmente, se debe asegurar la limpieza de los decantadores o trampas de sedimentos. Este trabajo evita el paso de sedimentos al cuerpo de la represa y por lo tanto reduce el riesgo de que la misma se embanque.

2. Nombre de la práctica: Acueducto

El acceso de las personas al agua en cantidad y calidad adecuada es un derecho constitucional y, por lo tanto, éste debe ocupar un lugar prioritario en la agenda de los decisores políticos, como así también en las distintas instituciones del estado provincial y/o nacional.

Actualmente, y de acuerdo a los datos proporcionados por la Asamblea General de las Naciones Unidas (OEA), el número de personas en el mundo que carece de acceso seguro al agua potable asciende a los 884 millones. Por otro lado, este mismo organismo, fijó en 150 litros/persona/día el volumen de agua adecuado que debería asegurarse. Esto sucede a pesar de encontrar a nivel internacional distintas declaraciones donde se establece que el acceso de agua es un derecho humano, importando por tanto que ese acceso sea seguro, en cantidad y calidad suficiente. Teniendo como ejemplos: las declaraciones del año 2002 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas; en el año 2010 y mediante resolución A/RES/64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas; y entre otras, en abril de 2011 la resolución 16/2 del Consejo de Derechos Humanos.

Es por lo ello que, la planificación detallada y posterior ejecución de una obra hidráulica de las características aquí propuestas, resulta necesaria para cubrir las necesidades de las personas que habitan ancestralmente el territorio bajo estudio y cualquier otro que carezca del derecho al agua.

Definición: “El acueducto es un sistema o conjunto de sistemas acoplados, que permite transportar agua en forma continua desde un lugar en el que ésta es accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante” (INTA, 2013).

Objetivo: Asegurar el acceso al agua en cantidad y calidad necesarias para cubrir las necesidades de los habitantes de una zona (en el caso analizado, los 17 puesteros de la comunidad El Rincón).

Condiciones para su aplicación: En el momento de diseñar esta propuesta de manejo, es necesario tener en cuenta las tareas vinculadas a la gestión: planificación y búsqueda de financiamiento, como así también actividades técnicas tendientes a dimensionar, diseñar y construir la infraestructura. Respecto de los componentes de la infraestructura de un sistema de abastecimiento de agua existen cuatro: i) Captación, ii) Conducción, iii) Almacenamiento, y iv) Distribución.

En cuanto a la conducción los sistemas se clasifican en *flujo libre*, donde la presión que soporta el sistema es la atmosférica, y *a presión*, donde la conducción es

mediante tuberías que trabajan a sección completamente llena, generando por ende una presión igual o superior a la atmosférica (Figura 3).



Figura 3. Acueducto en construcción (diciembre de 2017) para pobladores del Departamento 25 de Mayo. San Juan.

Superficie estimada de aplicación: 15.000 hectáreas.

Normas técnicas: La propuesta aquí desarrollada se estructura sobre un sistema de conducción a presión (Tapia *et al*, 2017). Para el diseño del sistema es necesario conocer una serie de elementos o datos de campo que nos posibiliten dimensionar y asegurar el transporte de agua en las cantidades requeridas. Esos elementos son:

- a) Demanda de agua: Para conocer el volumen de agua que se necesita para cubrir las necesidades de la comunidad debemos contar con datos precisos de cantidad de puestos, personas, cabezas de ganado, existencia o no de huertas familiares, superficie de las mismas, tipo de cultivo. Además de lo antes mencionado, debemos también conocer el volumen de agua requerido para cada una de las actividades:
 - i) Consumo del hogar: Una medida usada con frecuencia en la estimación de la demanda de agua, es la proyección en el tiempo del incremento en el

número de personas de la comunidad y todas las actividades que de dicho crecimiento se deriven.

- ii) **Abrevado animal:** Aunque satisfacer esta necesidad no representa el objetivo principal del presente plan de manejo, es importante tener en cuenta que en casos de que el río San Juan no aporte el agua necesaria para el ganado, la probabilidad de que las personas empleen el agua del acueducto para tal fin se verá incrementada. Es por ello, importante incluir estos cálculos con el fin de no subestimar el diámetro de la tubería a emplear, lo que pondría en riesgo la durabilidad de la obra. Para determinar el volumen de agua que se necesitará para el abrevado animal, hay que tener en cuenta los litros de agua que consume.
 - iii) **Huerta:** En la actualidad son solo unas pocas familias las que realizan huertas, en las que siembran diferentes tipos de hortalizas. La causa de esto radica, en parte, en la escasez de agua como así también en las condiciones poco apropiadas del suelo. Sin embargo, y por la misma razón que se planteó para el caso de consumo animal, se considera importante incluir un cálculo escueto de este requerimiento para evitar subestimaciones en el cálculo del diámetro de la tubería. Para realizar el cálculo de la demanda de agua destinada a fines agrícolas, es necesario contar con información detallada de requerimiento de agua por especies de cultivo, tipo de suelo, superficie cultivada por familia y otros parámetros. Para la presente propuesta se tomará el supuesto planteado por el INTA, el gasto de agua por cultivo ronda entre los 6 a 8 litros/m²/día.
- b) **Oferta de agua (caudal de diseño):** El caudal de diseño es el nombre que recibe el volumen de agua por unidad de tiempo que es capaz de proporcionar una determinada fuente. Para poder cubrir la demanda de agua calculada, es necesario realizar las mediciones correspondientes. Dependiendo de la fuente de agua con la que se cuente se pueden emplear dos metodologías de medición de aforo, a saber: *Método directo o volumétrico* y *Medición de la velocidad del agua en la sección*. La fuente debe ser apta para estos usos en términos de calidad.
- c) **Pendiente:** El cálculo de la pendiente es un factor muy importante a tener en cuenta en la planificación de un sistema de conducción a presión igual o mayor a la atmosférica. Conocer los datos de desnivel del terreno permite calcular con precisión el diámetro de la tubería que se empleará, como así también la resistencia de la misma. Existen diferentes métodos para medir la pendiente del terreno entre los más comunes se destacan: nivel de manguera, equipo óptico, navegador de posicionamiento global (GPS).
- d) **Distancia entre los distintos puntos (cálculo de la pérdida de carga):** Es la energía que pierde una columna de agua al tomar contacto con las paredes de la sección por la que circula. El cálculo de este parámetro es de fundamental importancia, ya que, si el valor adquirido por el mismo es superior al desnivel

de la tubería, el agua en el interior del tubo no circulará. La pérdida de carga, es directamente proporcional a la longitud de la tubería e inversamente proporcional a su diámetro. Además, tiene una relación directa con el cuadrado de las velocidades de circulación.

Equipos necesarios:

- Sistema de tanque elevado: En la presente propuesta, se considera que el sistema de tanque elevado es una alternativa a tener en cuenta. Sin embargo, dadas las características climáticas y edáficas de la zona sería más conveniente emplear el sistema de bombeo directo. En la zona la frecuencia, velocidad y dirección de los vientos es una variable que se debe tener en cuenta a la hora de tomar la decisión a qué altura debe ser colocado el tanque. En esta área, los vientos predominantes son del cuadrante Sur y alcanzan ráfagas de 50-80 km/h y el Zonda que puede superar los 100 km con una menor frecuencia. Además, se deben tener en cuenta las características del suelo, ya que el mismo representará el sustrato donde será colocada la base que servirá de sostén al sistema de tanques.
- Diámetro de la tubería: Funcional a los cálculos realizados para todas las características mencionadas. Para el área de estudio se propone el empleo de una tubería de polietileno de 3 pulgadas de diámetro y resistencia K 2,5. Esta representara la cañería principal y al ser ramificada para formar las secundarias, que proveerán de agua a las casas, será reducida a 2 e incluso 1 pulgada.
- Longitud de la tubería: Funcional a los cálculos realizados para todas las características mencionadas. Se propone la construcción de la tubería en dos trayectos principales. El trayecto N°1 tiene un recorrido de 12 km y el N°2 de 13 km. Del trayecto N°2 se realizará una ramificación de 4 km. Eso da un total de 29 km de tubería de 3 pulgadas, sumándose 13 km de conexiones de 2 o 1 pulgada.
- Válvulas: Se requiere el uso de dos tipos de válvulas: *válvulas de limpieza* en la parte baja del sistema y su función es el desagote del mismo, *válvulas de purga y admisión de aire* en la parte más elevada del sistema y su función es evitar la formación de burbujas de aire lo que ocasionaría el colapso del sistema.
- Sistema colector de agua: dos tanques de 10 m³ cada uno, ubicados a una altura de 6 metros respecto del nivel del piso, y sus accesorios correspondientes.
- Accesorios necesarios para el armado: Bomba de elevación e instalación de la tubería.

Mantenimiento: Realizar los estudios de campo necesarios para conocer las pendientes y así poder calcular el gradiente hidráulico con la mayor exactitud posible. El sistema aquí planteado tiene sus limitaciones en cuanto a la elevación del sistema colector se refiere, pero se considera el más apropiado en vista a la autogestión de las comunidades. Sin embargo, debido a las características topográficas podría emplearse también el sistema de bombeo directo, lo cual implica una serie de cálculos para conocer la dimensión de la bomba.

3. Nombre de la práctica: Potrero de reserva

Para definir áreas de reserva para el pastoreo animal en zonas de secano del árido de la Provincia de San Juan, se requiere trabajar en cuatro etapas:

e) Uso del territorio: Mapeo Participativo (MP)

Definición: Es una herramienta metodológica participativa que incluye el análisis y representación de cierta información en un contexto geográfico determinado. Se basa en la percepción de los actores sobre un tema de interés específico, y se usa para ayudar a los miembros de una comunidad a presentar gráficamente como perciben su territorio y entorno socio-ambiental (MSP, 2009; Rodríguez, 2011).

Objetivo: El MP puede utilizarse para alcanzar diferentes objetivos, dentro de los cuales podemos reconocer los siguientes:

- Poner de manifiesto conflictos de intereses (e.g., tenencia de la tierra).
- Determinar zonas relacionadas con el uso de los recursos naturales (zonas de pastoreo, zona de extracción de leña).
- Definir el modo de ocupación y utilización del territorio.
- Elaborar planes de manejo y entre otros.
- Determinar acceso a la educación, salud y agua potable.

Condiciones para su aplicación: Para la realización del MP se necesita entonces:

- Conocer cuál es el objetivo específico por el cual se va a proceder a mapear,
- Tener un criterio establecido para mapear (el mismo puede ser acordado con los actores locales),
- Tener una relación cordial con los actores con los cuales se va a realizar el mapa,

- Contar con una imagen de satélite o Google Earth de buena resolución que contenga información visual sobre el territorio que se quiere mapear, y
- Haber definido una entrevista estructurada o semi-estructurada que guíe la actividad de mapeo y marcadores o lápices para el trabajo.

Una de las posibles formas que existe para aplicar la técnica de MP es mediante entrevistas a los actores locales (Figura 4): i) Con la imagen sobre la mesa se procede a realizar una interpretación visual de la misma, ii) Se identifican puntos de referencia en la imagen como puede ser la casa o “puesto”, un llano, un río, alguna elevación del terreno, alguna coloración o textura que indique vegetación existente, entre otras, iii) Una vez ubicados sobre un punto de partida y en función del criterio para mapear, se procede a marcar sobre la imagen las áreas que se quieren mapear, y iv) Luego del MP, se procede a digitalizar el mapa resultante mediante algún software adecuado: QGIS o Google Earth, entre otros. Con este último paso se pueden realizar diferentes tareas, como es sistematizar el mapeo, medir distancias o áreas importantes, tener una visión a mayor escala de lo que se está analizando, entre otras cosas.



Figura 4. Mapeo participativo en Punta del Agua en diciembre de 2014 para la realización de potreros de reserva.

Ejemplo de aplicación: Los agroecosistemas (AE) de secano se caracterizan por ser explotaciones sin límites definidos o indeterminados, *i.e.*, no poseen un alambrado perimetral que defina con exactitud dónde comienza y termina el predio. Además, presentan en su mayoría a la producción caprina como principal actividad productiva, siendo la misma de carácter extensivo. Para plantear un plan de manejo para estos sistemas es necesario definir el área predial, presentándose el mapeo participativo

(MP) como una herramienta para la demarcación de territorios y áreas de uso de los recursos (Slavutsky *et al.*, 2013).

A partir de la metodología descrita anteriormente, se definió el área predial de la comunidad (Carmona *et al.*, 2017). El mapeo se realizó mediante entrevistas semi-estructuradas a la unidad familiar con la ayuda de imágenes satelitales del Google Earth. Posteriormente, se calculó el área predial en hectáreas con la fórmula del área de la elipse. A partir del mapeo se determinó que el área predial promedio por cada AE es de 560 ha, incluyendo las distancias máximas recorridas por la majada en época de bache forrajero. El MP es una herramienta metodológica fácil de aplicar, de bajo costo que permitió calcular el área predial y conocer el uso espacial que la majada hace de los recursos.

Algunas de las preguntas orientadoras que se tuvieron en cuenta en la entrevista para realizar el MP fueron: *¿Qué zonas o áreas diferentes se reconocen en la imagen? ¿Esas áreas tienen algún uso, cuáles? ¿Puede identificar el recorrido que hace la majada para pastorear? ¿En qué dirección? ¿Qué distancia aproximadamente? ¿Puede marcar ese recorrido en la imagen?*

Hay que tener en cuenta que el recorrido mencionado varía en función de la disponibilidad forrajera de la temporada. Se reconocen dos épocas definidas por la temporada de precipitaciones, una época de bache forrajero que coincide con la época seca del año donde la cobertura vegetal es la mínima y otra de oferta forrajera que coincide con la época estival donde la cobertura se expresa al máximo. A pesar de ello, los productores caprinos de la comunidad “El Rincón” identifican un área principal de pastoreo a la que la majada visita diariamente y es por este motivo que se utiliza ese criterio para mapear.

f) Disponibilidad forrajera: Transectas Point Quadrat (TPQ)

Definición: A partir del método TPQ uno puede obtener variada información acerca de la comunidad vegetal que está estudiando. En un primer momento puede responder a la necesidad de conocer la riqueza florística, especies dominantes, contribución específica de cada especie, entre otros. En una segunda etapa, se pueden analizar los datos, y obtener la receptividad ganadera, valor nutritivo, valor ecológico y económico.

Objetivo: Proponer un manejo adecuado de la comunidad vegetal dando pautas de tecnología.

Condiciones para su aplicación: Siguiendo las instrucciones provistas por Passera *et al.* (1983), para llevar a cabo este método en el campo es necesario disponer de una cinta métrica, dos estacas y una aguja o bayoneta. Para comunidades vegetales de ambientes áridos, se recomienda que la longitud de la transecta varíe entre 30 y 50 m. Esta longitud debe contactar por lo menos un 80 % de la totalidad de las especies presentes en la comunidad. Posteriormente, al dividir la longitud determinada

por 100, se establece la distancia entre puntos. En este caso la distancia sería entre 30 y 50 cm entre puntos.

La cinta se coloca paralela a la superficie del suelo y se extiende completamente con la ayuda de las estacas metálicas (Figura 5). La aguja se clava verticalmente a la superficie del suelo y las lecturas son hechas a lo largo del filo de la misma. Por norma, cada especie es censada sólo una vez por punto, *i.e.*, sobre cada línea de visión; lo mismo si ella se encuentra muchas veces, *e.g.*, en posición alta (hojas y tallos) y en posición baja (corona o tronco). Todos los datos se van registrando en una planilla de campo como se muestra en la Tabla 1. A medida que se avanza con la transecta las especies se van registrando en la primera columna de la planilla a medida que aparecen; anotando cada presencia con una cruz en el caso de especies no forrajeras o partes no forrajeras de un arbusto; y con un número (cantidad de contactos) en el caso de especies forrajeras o partes forrajeras de un arbusto. Se pueden registrar en el mismo punto dos o más especies vegetales según corresponda. En el caso de no encontrar o censar ninguna especie en la línea de visión, se debe registrar según corresponda: suelo desnudo (SD), mantillo o piedra (M). Al final de la planilla se anotan la presencia (P), que es el resultado de la sumatoria de las observaciones de las especies en los 100 puntos y el total de los toques o contactos de cada especie forrajera (T), resultante de la sumatoria de la cantidad de contactos de cada especie en los 100 puntos.



Figura 5. Línea de Transecta vegetal en el secano del Departamento 25 de Mayo.

Tabla 1. Planilla de campo para relevar datos de las Transectas Point Quadrat.

LUGAR: **FECHA:**
COMUNIDAD VEGETAL: **GPS:**
SUELO:

Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	..100	P	T
SD	X	X				X				3	
M			X					X		2	
<i>Atriplex lampa</i>			2	2	1					3	5
<i>Suaeda divaricata</i>									4	1	4
<i>Lycium chilense</i>							3	2		2	5
.....									

g) Receptividad Ganadera

Definición: Por receptividad ganadera se entiende, la aptitud que tiene un agroecosistema (AE) o sistema productivo para soportar una cierta carga animal, sin que ello signifique deterioro del ecosistema o tendencia a degradarse, *i.e.*, “lo que brinda el sistema”. Esta definición hace referencia al número de animales que podrían pastorear sin ocasionar efectos negativos sobre el recurso forrajero (Roberto *et al.*, 2008). Para ello, es necesario conocer cuáles son los requerimientos forrajeros de los animales con los que cuenta el AE. Esta determinación es dinámica y varía en función del recurso forrajero y de las precipitaciones.

Objetivo: Asignar una carga animal por unidad de superficie que alcance a cubrir las necesidades nutricionales.

Condiciones para su aplicación. A partir de los datos de las transectas de vegetación Point Quadrat, se puede estimar la receptividad ganadera (RG). Según Passera *et al.* (1983), la RG se determina mediante el cálculo de la contribución específica por contacto (CEC), la cual se define como el cociente entre el número de contactos (Ci) de una especie y la suma de los contactos de todas las especies relevadas sobre 100 puntos de la transecta de 50 m. Posteriormente se determina el valor pastoral (VP) como una expresión sintética de la capacidad forrajera de las plantas, expresado en Unidades de Valor Pastoral (UVP/ha). VP se determina atribuyendo a cada especie un Índice de Calidad Específica (ICEi), el cual varía entre 1 para las especies de baja calidad forrajera, y 10 para especies de alta calidad forrajera. Este índice se basa en el valor nutritivo, palatabilidad, forma de vida y época del año en que es consumida (Passera y Borsetto, 1983). Las siguientes fórmulas muestran el cálculo de RG:

$$CEC_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^n C_i} \times 100$$
$$VP = 0,100 \times \left(\sum_{i=1}^n CEC_i \times ICE_i \right) \times Cob$$
$$RG = \frac{100}{VP}$$

Donde:

Cob: es el cálculo de la cobertura forrajera que puede estimarse mediante la cantidad de puntos contactados cada 50 cm sobre un transecto de 50 m (independientemente de la cantidad de contactos en cada uno de los puntos). La cobertura se calcula como el porcentaje de puntos que tuvieron al menos un contacto en relación al total de los puntos (100) del transecto.

RG: se expresa como ha/EV, donde EV es un Equivalente Vaca, definido como la cantidad de forraje necesario para mantener una vaca de 400 kg con un ternero al pie de 120 kg. Un EV es mantenido con 100 UVP (Passera y Borsetto, 1983). Para el productor caprino es interesante saber que donde come esta vaca (400 kg con cría), pueden comer unas 6 cabras con cría, es decir que tienen consumos equivalentes.

Ejemplo de aplicación: Se calculó la RG en los AE del campo de pastoreo de la Comunidad Guarpe Sawa a partir de TPQ. Las mismas se realizaron en diferentes áreas del campo de pastoreo a partir de 3 distancias diferentes a los corrales. En total se realizaron 50 transectas, a partir de las cuales se obtuvo el valor pastoral (VP) expresado en hectáreas por equivalente cabra (ha/EC). Los resultados obtenidos del cálculo de la RG en un matorral de *Prosopis alpataco* a una distancia de 170, 1840 y 2000 m de los corrales son de 2,78, 1,77 y 1,5 ha/EC, respectivamente. En un primer análisis comparado de las transectas ubicadas a diferentes distancias y dentro de una misma fisonomía, se observa que, a mayor distancia de los corrales, mayor receptividad ganadera (Scaglia y Martinelli, 2014).

h) Cálculo de los potreros de reserva

Definición: Un potrero de reserva es un área delimitada, enriquecida con especies forrajeras del lugar o introducidas (Martínez Carretero y Dalmaso, 2014).

Objetivo: Estabilizar y reforzar la producción a través de una mejora en el estado nutricional de las cabras madres en períodos críticos, particularmente durante el destete y para la majada en general en época de bache forrajero.

Condiciones para su aplicación: A la hora de definir un área que va a ser destinada a un potrero de reserva, se debe tener en cuenta el aporte nutricional de las especies que quedarán dentro del potrero y la densidad de esas especies en el área. La metodología de Point Quadrat (TPQ) descrita anteriormente, permite determinar la cobertura de las especies forrajeras, la riqueza de las especies y la receptividad

ganadera del potrero, en función de ello, se pueden tomar medidas de manejo para que el potrero cumpla su función correctamente.

Entre las especies forrajeras más relevantes citadas para la provincia Fitogeográfica del Monte se encuentran: *Atriplex lampa* (Chenopodiaceae), *Tricomaria usillo* (Malphigiaceae), *Ephedra triandra* (Ephedracea), *Prosopidastrum globosum* (Leguminosae), *Lycium chilense* (Solanaceae) y *Cyclolepis genistoides* (Compositae). Si vamos a introducir en el potrero alguna de estas especies u otras especies forrajeras adecuadas para la zona, se debe tener en cuenta que el número de plantas que se introducirán no debe superar el 50 % de sus densidades naturales máximas (Martínez Carretero y Dalmaso, 2014).

Ejemplo de aplicación: A partir de las entrevistas con los productores (MP) y del registro de la vegetación realizado a través de las TPQ, se pudieron delimitar sobre el territorio los potreros de reserva como una medida de manejo para mejorar la producción animal. Las áreas propuestas para potreros (Figura 6) corresponden con una cobertura vegetal que oscila entre 35 y 45%, donde el mayor aporte de biomasa forrajera lo hacen especies del género *Atriplex*. Estas especies son reconocidas por su alto valor nutritivo y por su gran contribución en la dieta del ganado (Castellanos et al., 2011).



Figura 6. Potreros de reserva de *Atriplex* (línea verde) propuestos para la zona la comunidad Sawa en el Departamento 25 de Mayo, al Sur de San Juan.

Mantenimiento del potrero de reserva

Algunas medidas a tener en cuenta para el mantenimiento del potrero son:

- Dejar semillar las especies forrajeras para asegurar su permanencia en el área;

- No sobrecargar el potrero (calculando la receptividad ganadera podemos saber qué cantidad de animales podemos introducir al potrero sin que la comunidad vegetal forrajera se vea afectada por sobrepastoreo);
- Dejar descansar el potrero en época de bajos recursos (e.g., en época seca) para evitar que las especies forrajeras gasten todas sus reservas y evitar un proceso de degradación del potrero;
- Cargar el potrero cuando las especies han rebrotado, en este momento el forraje expresa su máxima calidad nutricional ;
- Controlar la densidad de especies no palatables y/o tóxicas que puedan crecer dentro del potrero, para asegurar mayor disponibilidad de recursos para el mantenimiento de las especies forrajeras; y
- Controlar el tiempo de pastoreo dentro del potrero; para ello es importante hacer divisiones dentro del potrero que permitan tener un mayor control sobre el pastoreo y así generar un consumo más homogéneo de todas las áreas del potrero.

Bibliografía

Abraham, Elena & Beekman, G. 2006. Indicadores de la Desertificación para América del Sur. En: Abraham, E.M. y Beekman, G.B. Editores, BID.

BASÁN NICKISCH, M. 2012. Manejo de los Recursos Hídricos para áreas de secano – 2da. Edición. INTA. <http://inta.gob.ar/documentos/manejo-de-recursos-hidricos-para-areas-de-secano-segunda-edicion>

Carmona C. J., Tapia R., Martinelli M. 2017. Definición del área predial de agroecosistemas de secano a través del mapeo participativo, San Juan, Argentina. Periurbanos hacia el consenso. *En prensa*.

Castellanos, E. C., Colomer, J. S., López, J. B. & Passera, C. 2011. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género Atriplex (A. nummularia, A. cyncrea, A. undidata y A. lampa). Pastos, 16(1-2), 177-189.

Censo Nacional Agropecuario (CNA). 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina-INDEC.

Dalmasso, A. D. & Anconetani, J. 1993. Productividad de frutos de Prosopis flexuosa (Leguminosae), algarrobo dulce, en Bermejo, San Juan. Multequina, 2, 173-181.

Dalmasso, A., Marque, J., Abarca, A., Montecchiani, R., Carnino, J., Scaglia, J., Hadad, M., Cáceres, J., Brizuela, R., Gomez, A. 2014. Especies apropiadas de arbolado para la provincia de San Juan. Ed. UNSJ. 130p. ISBN 9789506057817.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2012. Evaluación de cisternas para varios fines. Informe Técnico EEA Santiago del Estero. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_evaluacion_de_sistemas_agua_para_diversos_fines.pdf

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2013. Agua. Glosario del agua. 4ta Jornada Ambiente y Producción. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_glosario_del_agua_para_alumnos.pdf

Martínez Carretero, E. & Dalmasso, A. 2014. Reserve paddock as an agroforestry technique in the arid lands of Mendoza, Argentina. Multequina, (23).

Martinelli, M., Karlin, O., Inojosa, M., Díaz, G., Slavutzky, I. 2017. “El bosque nativo en la región del Monte”. En: Los Bosques del Monte: Conservación y manejo de los bienes comunes naturales. UNSJ. San Juan. Pp. 243.

Passera, C.B. & Borsetto, O. 1983. Determinación del índice de calidad específico. Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. Orientación Gráfica, Buenos Aires. Pp, 80-89.

Passera, C. B., Dalmasso, A. D. & Borsetto, O. 1983. Método de point quadrat modificado. Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. En taller de arbustos forrajeros:71-79.

Perosa, M., Rojas, F., Villagra, P., Tognelli, M. F., Carrara, R. & Alvarez, J. A. 2014. Distribución potencial de los bosques de *Prosopis flexuosa* en la Provincia Biogeográfica del Monte (Argentina). *Ecología austral*, 24(2), 238-248.

MSP RESOURCE PORTAL. 2009. Multi-Stakeholder Processes: Locality Mapping. Wageningen: Wageningen UR Centre for Development Innovation. <https://www.sswm.info/es/content/mapas-participativos-comunitarios>

Roberto, Z., Frasier, E., Goyeneche, P., González, F., & Adema, E. 2008. Evolución de la carga animal en la Provincia de La Pampa. Publicación técnica, (74).

Rodríguez, E. 2011. Los mapas participativos-comunitarios en la planificación del desarrollo local. Departamento de Ciencias Sociales, Instituto Pedagógico de Maracay-Universidad Pedagógica Libertador. Venezuela.

Rojas, F. 2013. Rol de la minería y el ferrocarril en el desmonte del oeste riojano y catamarqueño (Argentina) en el período 1851-1942. *Población y sociedad*, 20(2), 99-123.

Scaglia, J. y Martinelli, M. 2014. Identificación de la receptividad ganadera en el árido de 25 de Mayo [San Juan, Argentina]. In Congreso Latinoamericano de Botánica. 11. Congreso Nacional de Botánica. 19 al 24 de octubre. Salvador, Bahía, Brasil. BR.

Slavutzky, I.D., Hidalgo, M. L. y Martinelli, M. 2013. Mapeo participativo de los recursos forestales y forrajeros en el Valle de Bermejo (Dpto. Caucete, San Juan - Argentina) 4^{to}. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Sección: Aspectos Sociales en los Bosques (comunicación oral). Iguazú, 23 al 27 de Noviembre. 10 p. ISSN 1669-6786.

Sosa, H. J. 2012. Restauración y conservación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero.

Tapia, R., Andrieu, J. 2015. "Calidad y vías de acceso al agua por parte de los puesteros de "El Rincón" comunidad Huarpe Sawa". En IV Encuentro Nacional de Jóvenes Investigadores, San Juan. 29 septiembre al 02 de Octubre.

Tapia, R., Andrieu, J., Scaglia, J., Carmona, J., Martinelli, M. 2017. Agua: acceso y calidad del recurso en la Comunidad El Rincón (territorio Sawa, Argentina). Cartografía de conflictos en territorios indígenas de Cuyo. I^{er} Informe de Situación de Pueblos y Comunidades de San Juan, Mendoza, San Luis y La Rioja. *en prensa*.

Tapia, R., Scaglia, J., Andrieu, J., y Martinelli, M. 2017. Acceso y calidad del agua para su uso en múltiples actividades por parte de pequeños productores caprinos situados en el sureste del secano de San Juan (Argentina). *Multequina* Año: 2014 vol. 23: 1 – 12

Torres, L. M. 2008. Hilos de agua, lazos de sangre: enfrentando la escasez en el desierto de Lavalle (Mendoza, Argentina). *Revista Ecosistemas*, 17(1).

Villagra,P., Giordani, C., Alvarez, J., Cavagnaro,j., Guevara, A., Sartor, C., Passera, C., Greco, S. 2011. Ser Planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. Ecología Austral ISSN en línea: 0327-5477.