CENTRO ECOLÓGICO
Ipê - Serra Litoral Norte



Diseños Agroecológicos para el Cuidado del Agua en Sistemas Agropecuarios

Herramientas prácticas y conceptuales

Diseños Agroecológicos para el Cuidado del Agua en Sistemas Agropecuarios

- Herramientas prácticas y conceptuales -

Federico Bizzozero

RESUMEN

Existe numerosa información que corrobora que el estado de los sistemas hídricos y la calidad de aguas en zonas rurales sufren crecientes procesos de degradación en toda la región. Esta degradación es consecuencia, en gran medida, de los impactos de la intensificación agropecuaria. Los Sistemas Agroforestales Familiares (SAFs) y una de sus aplicaciones prediales, las Zonas de Amortiguación (Buffer) Agroforestales (ZAAs) tienen condiciones para cuidar y mejorar la salud de los sistemas hídricos degradados. Estos sistemas, combinados con múltiples enfoques: de cuenca, de agroecosistema y de sucesión vegetal, son capaces de generar abordajes y gestión territoriales regionales que incidan favorablemente en los acuíferos.

Las ZAAs anexas a sistemas hídricos, consisten en áreas cuidadosamente diseñadas que, junto con manejos prediales se acoplan a los cuerpos de agua para filtrar y disminuir los aportes de sedimentos, materia orgánica, nutrientes y agroquímicos, provenientes de actividades agropecuarias, mantienen y mejoran la salud y calidad de las cuencas hidrográficas (Bizzozero, Carro, 2018). Este trabajo tiene por objetivo introducir y describir algunas de las herramientas prácticas y conceptuales útiles para la implementación y multiplicación de las ZAAs.

Además este documento explica porqué las experiencias prácticas deberían desarrollarse integrando el enfoque agroecológico, criterios de ordenamiento territorial, de sucesión ecológica y el enfoque de cuenca y su gestión integrada, como herramientas conceptuales para lograr intervenciones integrales. Se concluye que las SAFs y ZAAs constituyen herramientas conceptuales y prácticas de gran potencial para la elaboración de Planes Nacionales y Regionales de Cuencas y Acuíferos.

Palabras clave: SAFs, Zonas de Amortiguación Agroforestales, calidad de aguas, enfoque de cuencas, agroecología, ordenamiento territorial, Acuíferos.

Sistemas Agroforestales Familiares

Los sistemas agroforestales (SAFs) son agroecosistemas en los que se ha incluido en su diseño y manejo, comunidades de árboles y arbustos con diversos criterios y cumpliendo múltiples funciones, que involucran lo ambiental, lo sociocultural y lo económico.

Como principio básico, en un manejo agroecológico, se nutre la fertilidad de suelo y la vida del suelo y esto permite encontrar equilibrios sustentables en la práctica productiva del predio. En los SAFs los árboles son fundamentales partícipes y reguladores de la fertilidad de suelo.

Uno de los enfoques teórico- prácticos para el manejo de SAFs es el de "imitar la naturaleza", que consiste en desarrollar sistemas agrícolas que usan como modelo los procesos sucesionales que ocurren naturalmente en ese lugar (Gliessman 2001, Soule y Pipper 1996). Una corriente que ha aplicado este enfoque es la Forestería Análoga y se define como una forma de realizar silvicultura (cultivo de árboles), imitando los principios y dinámicas de la naturaleza. Nace de la observación, el estudio y la comprensión de huertos milenarios multifuncionales provenientes de distintas partes del mundo, como Asia, América Central, África Tropical y China. La forestería análoga ha sido desarrollada en distintos lugares del planeta principalmente con el objetivo de la restauración ecosistémica, a partir de la necesidad de la recuperación de áreas degradadas, pero el concepto y sus aplicaciones han evolucionado mucho desde entonces. En las fotos correspondientes a imágenes 3, 4 y 5, observamos 3 paisajes de SAF juvenil (7 años), y SAF maduro (+ de 15 años).

La metodología para el desarrollo de SAFs se basa en el diseño metódico, cuidadoso y sistemático con la finalidad de aumentar la cosecha de frutas y otros bienes y servicios, promoviendo la biodiversidad funcional de los agroecosistemas, maximizando las interacciones autosustentables de los mismos y logrando sistemas más eficientes energéticamente.

Los SAFs son una excelente herramienta para ampliar y profundizar las sinergias positivas entre agricultores familiares y la sustentabilidad ambiental de los predios, diversificando la producción. Se congregan y sintetizan las funciones ambientales de árboles y comunidades de árboles, la abundancia y belleza de los bosques, y los saberes acumulados de prácticas y tecnologías agrícolas y pecuarias de la humanidad para la productividad y rendimientos necesarios.

Las principales aplicaciones funcionales de los SAFs clasificadas por el Centro Uruguayo de Tecnologías Apropiadas (2015), son:

- Producción de forraje
- Cultivo en callejones
- Cortinas de viento multipropósito

- Parcelas de leña
- SAFS frutales y Bosques Comestibles
- Zonas de amortiguación (Buffer)
- Recuperación de suelos degradados

A continuación, presentamos estos puntos en detalle.

Zonas de Amortiguación (Buffer) Agroforestales

Las zonas buffer o zonas de amortiguación son sistemas diseñados para captar los excesos de nutrientes, sustancias químicas y sedimentos provenientes de la actividad agrícola en una cuenca. Cuando su diseño e instalación incluye plantas perennes que se adaptan al ecosistema ripario específico (régimen de inundación, suelos y topografía), así como a las necesidades del productor (Centro de Agroforestería de Missouri, USA, 2005)[1], consideramos a éstos, sistemas agroforestales.

Dentro de la definición de "Zonas de Amortiguación" existen una variedad de propuestas con diferentes enfoques y con distintas aplicaciones. El que más se adapta a los objetivos de esta propuesta, que combina propósitos ambientales y productivos, es un sistema conformado por pastos perenes, arbustos y árboles, combinados.

Desde una perspectiva territorial, agroecológica y política de gestión del territorio, es posible considerar que todas las unidades prediales linderas a cuerpos de agua pueden cumplir con estas funciones y deberían considerarse íntegramente como zonas de amortiguación. De esta manera, los predios de amortiguación serán aquellos encargados de resguardar y recuperar las funciones y salud de sistemas hidrológicos. Existen mucha información que respalda firmemente que las Áreas Protegidas y las Agroflorestas y Sistemas Agroforestales familiares, cumplen especialmente con esta función.

Además, el diseño y manejo de ZAAs puede ser una herramienta efectiva para mejorar la calidad de agua. Mediante el diseño agroecológico adecuado, además de ofrecer funciones ecosistémicas, las ZAAs pueden actuar como refugio y forraje para ganado, producción de frutos y otros productos, lo que aumenta la posibilidad de adopción por parte de los agricultores. No es suficiente una estrategia pasiva (dejar de intervenir) para conservar y/o restaurar estas zonas, ilustran este hecho, los casos en que la invasión de especies exóticas causan impactos y modifican el paisaje local. Para reducir la contaminación difusa[2] el

[1] Existen otros sistemas "buffer" basados exclusivamente en plantas herbáceas, sin embargo este trabajo se centra en sistemas mixtos que trabajan herbáceas junto con leñosas perennes.

[2] En base a la información de DINAMA (Direccion Nacional de Medio Ambiente) y a estudios de investigadores de la UdelaR se estima que el 80% de la contaminación con nutrientes (eutrofización) y de demanda biológica

establecimiento de estas áreas de vegetación debe ser complementada con un manejo sustentable en toda la cuenca. (Committee on Riparian Zone Functioning and Strategies for Management. National Research Council, 2002).

¿Cómo funcionan las ZAAs?

Según Araújo et al 2011, los Sistemas Agroforestales (SAFS) implican la combinación de al menos una especie leñosa perenne con un cultivo, produciéndose interacciones ecológicas y económicas entre los componentes. Mejoran y conservan la calidad de suelo por aportes continuos de biomasa y el aumento de materia orgánica por la deposición de hojarasca y por los exudados de las raíces que profundizan en el suelo. En muchos casos los SAFs aumentan la biomasa y diversidad microbiana del suelo, siendo esto fundamental para la productividad de los ecosistemas. Entre otras funciones los microrganismos de suelo son claves para el ciclado de nutrientes y la degradación de contaminantes como plaguicidas, deshechos urbanos e industriales. Según Tapia y Villavicencio (2007) los microorganismos del suelo juegan un rol muy importante en la degradación de los plaguicidas. Afirman que, antes de que alcancen las aguas sub superficiales, la intensa actividad radicular y las mejores condiciones de infiltración de agua, contribuyen a que poblaciones de microorganismos habitantes del suelo se desarrollen en mejores condiciones, capturen nutrientes y utilicen cadenas carbonadas de las moléculas de los plaguicidas como fuente de energía para sus procesos biológicos, ayudando también a eliminar dichos contaminantes del medio.

En cuanto a las ZAAs el crecimiento profundo de las raíces y una mejor estructura del suelo probablemente explica el aumento de la infiltración de agua observada (USDA, 2000). Este crecimiento de raíz también aumenta la actividad biológica mediante el suministro de una fuente de carbono orgánico (materia orgánica) utilizada como energía por los microorganismos del suelo. Estos microorganismos a su vez son responsables de la degradación de plaguicidas y la desnitrificación. (USDA, 2000). Los plaguicidas también son absorbidos por las raíces y pueden ser metabolizados en las plantas, además, los restos vegetales en la superficie del suelo adsorben plaguicidas durante los eventos de escorrentía. (USDA, 2000).

---

de oxígeno se debe a fuentes difusas; estas son las provenientes de actividades agropecuarias, entre las que se destaca la de explotaciones lecheras (tambos). El restante 20% proviene de fuentes puntuales, constituidas por los efluentes de industrias y las aguas servidas de ciudades y poblaciones. (Informe sobre la calidad del agua en la cuenca del Río Santa Lucía: estado de situación y recomendaciones, AÑO 2013.

Eficiencia de depuración de las ZAAs

En cuanto a la capacidad de depuración, se encontró que una franja de pastos estivales de 8 m de ancho de una zona buffer (amortiguación), es capaz de remover del 75 al 80 % de Atrazina, Metalocloro y Glifosato transportados por el agua de escorrentía (Lin*et al*., 2004). Los resultados de un proyecto desarrollado por INIA Chile, citado por Tapia y Villavicencio (2007), indican que zonas buffer de 8 m de cobertura herbácea y 7 m entre arbustos y árboles, son capaces de retener hasta un 80% de sólidos sedimentables y 40 a 44% de residuos de plaguicidas como Metalocloro y Clorpirifos, respectivamente. Esta asociación vegetal tiene también un alto grado de eficiencia en la remoción de nitratos en agua sub superficial, alcanzando eficiencias del orden de 70%. Otros estudios en zonas buffer demostraron reducciones en aportes de fósforo, de un 22 al 24 %, comparados con la parcela control y una reducción en la erosión del orden del 28 % en un periodo de 5 años (Udawatta et al. 2002).

Las ZAAs tienen un potencial alto en la captura de nutrientes, (fosforo entre ellos), desactivación de moléculas complejas y disminución de la erosión. Sin embargo son muy escasos o inexistentes los trabajos de evaluación de estos benefícios. Aunque varios beneficios de las prácticas agroforestales para el suelo y los microorganismos se informan en la literatura, más investigación es necesaria para llenar los vacíos claves de conocimiento para una comprensión de los efectos de las zonas de amortiguación en el medio ambiente en general (Lowrance y otros, 2002; Loveall y Sullivan, 2006). Brasil y Uruguay no escapan a esta realidad. Son necesarios trabajos a niveles nacionales para estudiar más precisamente su performance y criterios de diseño y variaciones según contextos locales.

Características y Beneficios de las ZAAs

De acuerdo al diseño, las especies incluidas, al tipo de suelo, el ancho, la dinámica riparia y el sistema productivo del predio, las ZAAs, pueden otorgar los siguientes beneficios potenciales:

1) Protegen la calidad del agua a través de
    - Prevenir la erosión por retención de partículas del suelo
    - Prevenir la sedimentación y la supresión de los nacientes
    - Filtrar excesos de nutrientes
    - Filtrar y desactivar sustancias químicas (agrotóxicos)

2) Posibilitan un amplio rango de producciones:
    - Fruta, flores, miel, forraje, sombra, abrigo, aceites esenciales, leña.

3) Reestablecen funciones y refuerzan procesos en los agroecosistemas y zonas adyacentes.
4) Crear o mejorar hábitats para animales silvestres
5) Secuestrar carbono, mitigando el efecto invernadero

Gestión de Cuencas Hidrográficas

La definición hidrológica de una cuenca hidrográfica no es novedosa. Esta consiste esencialmente en una porción del territorio que drena el agua superficialmente hacia un curso principal y está delimitada por las partes altas del territorio o divisorias de agua. "Una cuenca hidrográfica se define como el territorio que ocupa el río principal y sus afluentes, cuyos límites son definidos por la topografía del terreno a partir de las divisorias de aguas (denominadas cuchillas en nuestro país)"(Achkaret. al.; 2004).

La utilización de las cuencas como unidad de gestión en América Latina y el Caribe se remonta a la década del 30 (Dourejeanni, 2000). Sin embargo más recientemente y a la luz de nuevos enfoques o paradigmas sobre el desarrollo, tales como el desarrollo sustentable y la gestión ambiental del territorio, la cuenca hidrográfica adopta un rol central como unidad de gestión del territorio en su sentido más amplio, integrando a los subsistemas biofísicos y sociales. Cuando se induzcan cambios cualitativos o cuantitativos sobre alguno de esos componentes se producirán también cambios positivos o negativos sobre el conjunto del sistema cuenca.

El enfoque de cuencas hidrográficas habilita el abordaje del territorio desde una perspectiva ambiental, facilitando su diagnóstico y gestión desde una perspectiva de funcionamiento integral del sistema, aspectos que están presentes en la legislación nacional, promoviendo este tipo de enfoques.

Sistemas de Información Geográfica

Según Gaviño (2000) cuando deben emplearse instrumentos de gestión ambiental, se vuelve necesario contar con estrategias que permitan organizar la información disponible para la identificación de los aspectos más relevantes del ambiente y de las intervenciones resultantes de los proyectos.

Existen dos caminos metodológicos para la definición de unidades ambientales, uno de ellos sería a través de la cartografía directa, el otro, el de la superposición automática elaborando una serie de mapas temáticos de los diferentes elementos y combinándolos luego mediante técnicas de superposición de información, tales como la generación de sistemas de información geográfica. El SIG, definido por Burrough (1986), es un "*poderoso conjunto de herramientas para coleccionar, almacenar, recuperar, transformar y exhibir datos espaciales referenciados al mundo real*".

Los SIG poseen dos grandes ventajas comparativas, por las cuales se lo consideró como una herramienta estratégica para trabajar en la gestión de cuencas. La primera de ellas, es la capacidad que tienen estos sistemas de manejar la información en forma multidimensional. La segunda, es la capacidad de manejar la información de forma georeferenciada, o sea, espacializada mediante un sistema de coordenadas de acuerdo a la realidad local.

Permite visualizar mejor y de forma más clara los componentes y sus interrelaciones en la cuenca, el ambiente SIG ofrece distintas ventajas que hacen de esa una herramienta pertinente para esta propuesta, permitiendo generar y operar la información en función de los objetivos planteados.

ZAAs agroecológicas gestionadas por productores con Enfoque de Cuenca

Entendemos que la implementación de ZAAs en los predios, debe complementarse con el diseño de planes de ordenamiento territorial a nivel de las cuencas hidrográficas, que integren la diversificación en el uso de los recursos, donde en las partes altas y medias se practique una agricultura diversificada junto a prácticas agroforestales, manejo racional del ganado y programas efectivos de conservación del suelo. Además, deberían ser implementados con planes específicos de gestión en las planicies bajas de las cuencas, con especial atención en el mantenimiento de la productividad vegetal de las zonas inundables y zonas de bordes de los cursos de agua, así como con programas de transición hacia y promoción de la agroecología, que permitirán por una parte la disminución del uso de insumos externos, el aumento de la producción y mayores niveles de conservación de los recursos naturales. Se deberá prestar especial atención a la recuperación de suelos y a la disminución del transporte de residuos de agrotóxicos y nutrientes a los cuerpos de agua.

Los sistemas ecológicos (orgánicos) de producción, reducen los impactos ambientales por unidad de superficie si se los compara con la agricultura convencional, bajando la carga de contaminantes que afectan aguas subterráneas y superficiales. (Cambardella, Delate, & Jaynes, 2015)(Jeffords, 2011) (Stolze, Priorr, Häring, & Dabbert, 2000), (Hass, 2006), (Rodale Institute, 2011).Esto se explica por el no uso de plaguicidas y

fertilizantes de síntesis química, la mejora de la calidad de los suelos, que incide en la mejora de la infiltración y retención de agua y nutrientes en el suelo.

Desde un punto de vista de gestión del territorio con enfoque político-ambiental, debería de considerase íntegramente a toda la unidad predial lindera a cursos de agua como una ZAA. Asimismo debería considerarse que toda superficie agroecológica cumple funciones de amortiguación integralmente desde un enfoque de cuenca, más allá de que esta linde o no con un curso de agua permanente. Si la predominancia de la cuenca es altamente antropizada y las actividades agropecuarias de la misma son de agricultura convencional y sin respetar zonas de amortiguación, los impactos sobre los sistemas hídricos serán significativamente mayores.

Como punto de partida y en base a la experiencia generada por Centro Ecológico y CEUTA, se considera estratégico y altamente favorable para la apropiación por los productores, que las ZAAs aporten beneficios y servicios al sistema productivo. Cuando se logra generar una apropiación por parte del productor, es que podemos esperar (en el mejor de los casos) un sistema de mutuo beneficio familia-cuenca-sociedad; este es un desafío "cuello de botella" de importancia vital en la instalación de estos sistemas, y es aquí donde la implementación de políticas, herramientas fiscales adecuadas y posibles exoneraciones tributarias podrán contribuir a una adopción creciente de los mismos.

El objetivo específico de las ZAAs operadas por productores es contribuir a la mejora sustancial de la calidad hidrológica del efluente predial y por ende, a la salud hidrológica de la cuenca. Conocer las eficiencias de depuración a lo largo de las etapas de maduración de los sistemas permitirá estimar y emular distintas estrategias de escalamiento de los sistemas a escala cuenca.

En Uruguay, las ZAAs comienzan a ser tenidas en cuenta como una herramienta plausible de ser promovida y regulada por las políticas públicas pero con naturales vacíos en lo que refiere a diseño, implementación, manejo, conocimiento sobre la efectividad e integración de funciones. De la misma manera, es aún incierto como integrar y sensibilizar al productor en la importancia de las mismas. Esto involucraría, en la propuesta que este documento desarrolla, la generación y ajuste de tecnologías, técnicas, germoplasma manejado, y metodologías de intervención. Se hace necesaria la reflexión sobre distintas dimensiones a atender para propiciar el desarrollo de esta herramienta agroecológica, principalmente:

- Tener información clara y disponible para productores/as (familiares preferentemente) dentro de cuencas vulnerables
- Mantener y profundizar la continuidad, seguimiento y monitoreo de los proyectos en marcha vinculados a SAFs y protección de nacientes y cursos de agua.

- Monitorear una vez que estos sistemas constituyen valiosos puntos iniciales, con gran potencial para la generación de datos y resultados vinculados a los objetivos establecidos.
- Realizar análisis económico: A escala predio se debe analizarlas posibles pérdidas o costo de oportunidad en la superficie ocupada por las ZAAs, los costos de la instalación, seguimiento y monitoreo. Con un adecuado diseño, es posible desarrollar en las ZAAs, productos que aporten beneficios al predio como bancos de forraje no convencionales, producción de leña, frutas nativas y plantas medicinales. A nivel de Cuenca es necesario conocer los costos económicos y contrastar con los costos ambientales, sociales y de salud generados por la degradación de la cuenca.
- Dialogar: Es clave que las distintas experiencias de instalación y gestión de ZAAs en el marco de la gestión integrada de cuencas dialoguen entre sí. Se deben establecer reuniones de diálogo de saberes entre técnicos, productores, y gobiernos locales.

Para su adecuado desarrollo las ZAAs deben estar acompañadas tanto de asesoramiento y acompañamiento técnico como de una proyección económica, donde queden incluidos los riesgos que los productores están dispuestos a asumir. La energía invertida en el desarrollo de ZAAs puede en algunos casos y/o etapas del proceso, entrar en competencia con los sistemas productivos prediales “clásicos”.

Emplazamiento e instalación de las ZAAs

Para el emplazamiento de las zonas se recomiendan tres enfoques principales, el Enfoque de 1) Cuenca o de Macro ambiente, 2) La Sucesión ecológica y 3) el Enfoque predial.

Enfoque de cuenca y Marco Territorial

El enfoque de cuenca contempla la dinámica hídrica del territorio involucrado, delimitando zonas de vulnerabilidad y de recarga, permitiendo identificar cuáles son las zonas prioritarias. Para poder aproximarnos a estas zonas se realizó un análisis geográfico, topográfico, y de las comunidades vegetales preexistentes, detallando la información de las zonas que ocupan los predios, de forma de seleccionar de los predios candidatos, aquellos que tengan las condiciones para la instalación de las ZAAs y que además tengan el mayor potencial de filtración de nutrientes según la posición topográfica, caudal afectado, y características del suelo.

Para la selección de las zonas prioritarias en la instalación de las tres ZAAs, se integra en ambiente SIG, cuatro fuentes de información referidas a la Cuenca de la Laguna. Previamente se delimita el territorio de la Cuenca con nivel de resolución 1:20.000. Las fuentes de información utilizadas fueron:

a) Tipos de suelos: cartografía de unidades de suelo CONEAT (Comisión Nacional de Estudio Agro económico de la Tierra), corregidas por teledetección y salidas de campo;

b) Posición en el paisaje, se identificará la importancia relativa de las áreas con relación a la dinámica del escurrimiento superficial del agua, mediante el uso de modelos digitales de terreno, teledetección y salidas de campo ;

c) Uso actual del suelo, se utilizarán técnicas de teledetección con imágenes Sentinel 2A y salidas de campo;

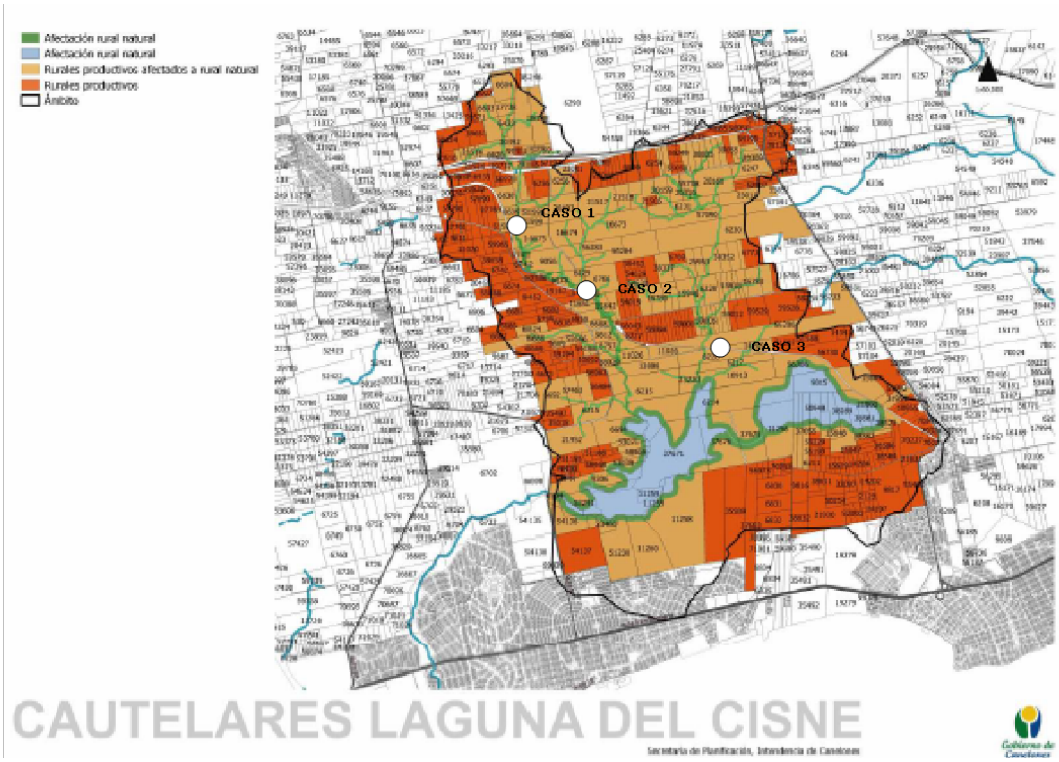
d) Procesos de cambios en la cobertura vegetal en las últimas décadas integrando técnicas de teledetección y fotointerpretación.

Es necesario revisar e integrar las normativas nacionales, estaduales y municipales en relación a los cursos y cuerpos de agua, en particular en su relación con distancias y limitaciones en:

- Corta y tala de bosque nativo
- Roturación y movimiento de suelo
- Aplicación de agroquímicos

Estas restricciones en algunos casos (sobre todo para los productores familiares de pequeñas superficies) pueden significar una disminución significativa en las superficies de producción, del aprovechamiento para servicios de pastoreo, extracción de leña, sombra para ganado, entre otras. Es en estas situaciones donde las ZAAs se perfilan como una propuesta válida a incorporar en sus sistemas de producción.

Figura2: Ubicación de los predios seleccionados en mapa de padrones afectados por medidas cautelares en caso Laguna Cisne, Uruguay. Casos 1, 2 y 3.



Fuente: Realización propia en base a mapa de padrones de medidas cautelares de laguna del cisne.

Enfoque de sucesión ecológica

Consideraremos de forma simplificada y en términos generales, la sucesión ecológica, o también llamada sucesión natural de especies, como la estrategia que utiliza la naturaleza para evolucionar en el proceso de cambio dinámico de los ecosistemas. Este consiste en una sucesión cíclica de consorcios especies de plantas (y sus microorganismos asociados), con distintas funciones ecológicas y características morfológicas, que en conjunto e interacción con el clima y el suelo propician las condiciones para que la reproducción, multiplicación e interacción de especies fluya hacia una vegetación clímax.

La **sucesión vegetal** es el cambio constante (progresivo, regresivo o estacionario) de las especies de plantas que forman una comunidad y que ocupan un espacio concreto (Clements 1916). También según Clements (1936), la **clímax** es "la unidad fisionómica final en el proceso de sucesión". Para Rivas Martínez (1995) la clímax es un concepto complejo definido como el "conjunto de comunidades vegetales propio de un amplio territorio, delimitado en primer lugar por la fisionomía resultante de la organización espacial conferida por las formas biológicas (biotipos) de las plantas predominantes correspondientes al estadio

maduro de la serie o clímax, que tiene en cuenta, además, criterios florísticos, climáticos, edáficos, biogeográficos, paleohistóricos, antropógenos y catenales".Las asociaciones de plantas se suceden unas a otras, en un proceso dinámico y continuo. Como se verá más adelante tienen un rol importante en las ZAAs las especies pioneras, con especial énfasis en las especies leguminosas pioneras[3].

Si bien este enfoque es extremadamente complejo y con múltiples matices, es necesario establecer puntos de anclaje que permitan iniciar procesos de implementación con experiencias concretas que permitan el estudio y ajuste. Su complejidad deriva de:

1) el alto grado de antropización de la zona

2) la dificultad de reconstruir la dinámica de sucesión ocurrida en el pasado, ante la falta de registros históricos fehacientes de la zona (com. pers. M. Achkar)

3) Las escalas temporales necesarias para identificar fehacientemente el proceso de sucesión.

Este enfoque pretende contribuir a responder a las preguntas ¿Es viable la instalación de una comunidad vegetal con las características planteadas por las ZAAs? ¿Es factible y favorable la integración de leñosas en ese lugar? Se intenta responder si tiene sentido plantar árboles ahí, qué tipo de herbáceas, y en qué criterios de diseño adoptar. En el marco de este proyecto se evaluó el proceso de cambio en la cobertura vegetal desde 1966 a la actualidad integrando técnicas de teledetección y fotointerpretación.

A partir de la integración espacial de estas cuatro fuentes de información se pretende identificar las áreas con las mejores condiciones físicas para la implantación de los árboles, la mayor incidencia en la intercepción del flujo superficial del agua de escurrimiento y zonas con mayor nivel de alteración ambiental, degradación de suelos y vegetación.

Enfoque de predio: Agroecosistema

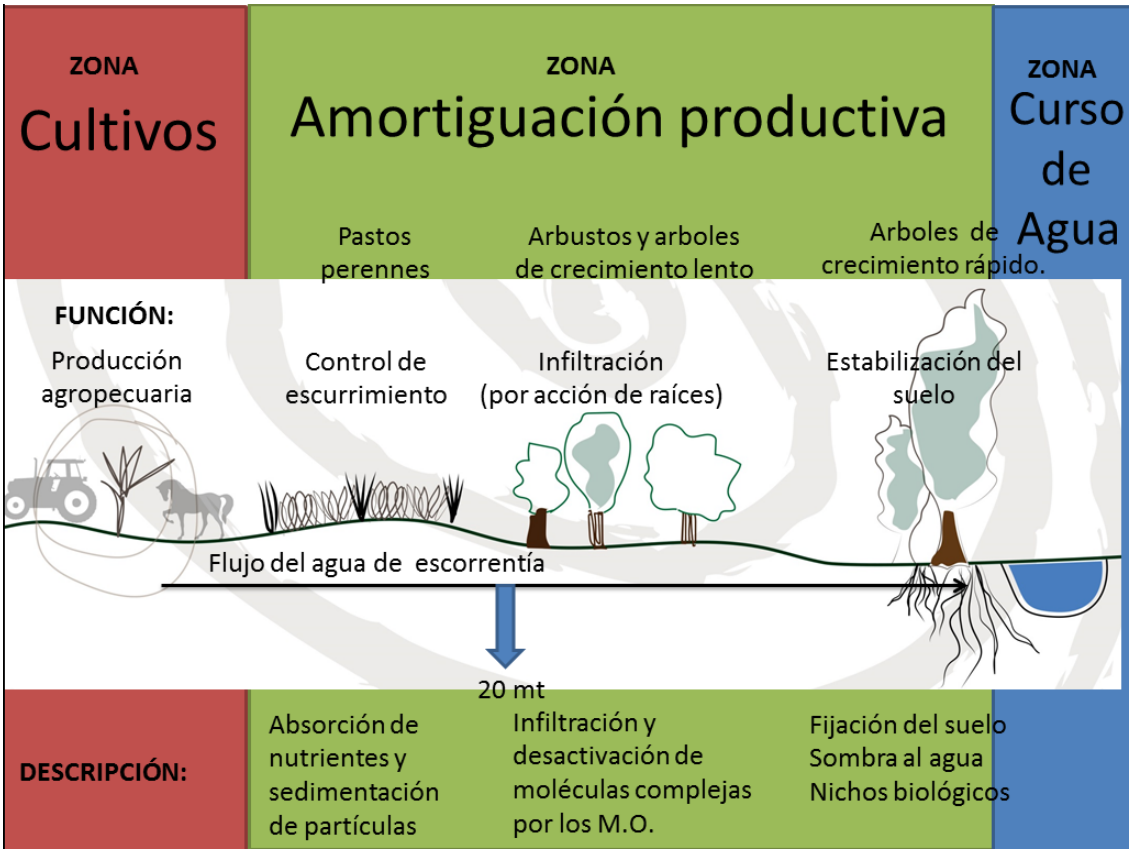
Para que un predio manejado cumpla funciones de depuración y/o minimización de los aportes de nutrientes y sedimentos a cuerpos de agua, podemos primeramente promover que el predio tenga un manejo Agroecológico, y mejor aún que se trate de un predio que constituya un sistema agroforestal diversificado. Además debemos considerar las superficies linderas a cañadas , arroyos, ríos y lagunas, como zonas en las que se debe tener un manejo especialmente apropiado. Esto lo que logramos con las ZAAs. Las ZAAs deben

[3]Las plantas pioneras se reproducen fácilmente, poseen semillas pequeñas, abundantes en cantidad y de fácil dispersión, y tienen la función ecológica de preparar el ambiente para especies más exigentes.

estar emplazadas físicamente entre los sistemas de producción o zona de cultivos (agroecosistema productivo) y el curso de agua (ecosistemaripario), para cumplir correctamente su función de depuración.

Para definir más concretamente la praxis de la aplicación del enfoque predial, es necesario describir las herramientas metodológicas que permiten desarrollar participativamente el proceso de diseño, implementación y maduración de las ZAAs. A continuación, describimos algunas de ellas.

Figura1: Esquema de zona buffer



Fuente: Adaptación propia de "Design of riparianForest Buffers", Universidad de Minesotta, 2010.

Aspectos metodológicos a considerar

Capacitación de los productores

El primer paso para lograr la apropiación de las ZAAs por parte de los productores es mostrar todos los beneficios potenciales, los apoyos, los compromisos, las limitantes y las

actividades implicadas en su instalación. Esto puede lograrse[4] a través de distintos talleres en el territorio con un equipo multidisciplinario conformado por agrónomos, geógrafos, biólogos, especialistas en frutales, expertos en pastoreo y chefs especializados, de forma de abarcar la integralidad de la propuesta. El objetivo es lograr que los productores dispongan de herramientas concretas para incluir en sus sistemas de producción los beneficios y funciones de las ZAAs integrándolas a la planificación y manejo predial. Estos talleres permiten relevar principales limitantes y posibles conflictos territoriales, así como referentes locales. Es imprescindible tener en cuenta el valor de los conocimientos tradicionales, estimulando el diálogo entre los saberes popular y científico.

Sistematización predial

Para la sistematización predial, se realizaron entrevistas con los productores, recorridas prediales, análisis de suelo, descripción topográfica, relevamiento de sistemas y subsistemas productivos vinculados a sistemas hídricos y georreferenciación satelital. El objetivo es manejar información básica de los sistemas prediales y definir planes de manejo y áreas de amortiguación. Esta tarea es idealmente realizada por un equipo interdisciplinario donde el objetivo es que la intervención (instalar ZAAs) tenga una visión integral.

Listas participativas de especies y potencial multifunción

La elaboración de listas de especies es una metodología que busca incorporar los intereses de la familia de productores a la vez que se comienza a trabajar en el diseño de los ZAAs.

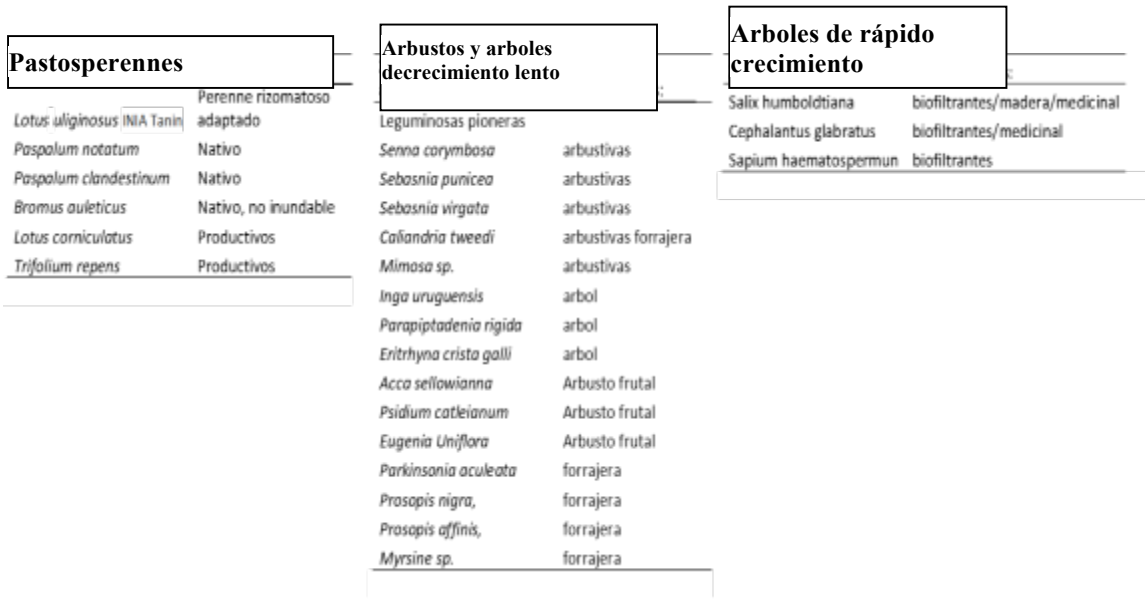
En el caso de los proyectos se elaboró una lista de especies candidatas válidas para la instalación junto con los productores y técnicos asociados a los proyectos.

La lista esta arreglada de acuerdo a las tres zonas principales,(ver figura X) pero también hace énfasis en las funciones de cada especie. Así como tenemos especies productivas (como las especies de frutales nativas o forrajeras), también se promueve incorporar especies de leguminosas pioneras, que son capaces de fijar nitrógeno en el suelo, mejorando las condiciones del sitio para las demás especies. Otras especies se destacan por su capacidad de biofiltración (biofiltrantes), siendo capaces de crecer en condiciones de anegamiento, e interceptan el flujo de escurrimiento superficial y sub superficial a través de su sistema radicular.

[4] En el caso de los proyectos coordinados por CEUTA se ha utilizado este enfoque metodológico.

Se hace énfasis en la utilización de especies nativas desde un enfoque multipropósito y funcional a los agroecosistemas.

Figura 3. Ejemplos de Especies propuestas para las zonas de amortiguación según zona



Pastosperennes	
Lotus uliginosus INIA Tanin	Perenne rizomatoso adaptado
Paspalum notatum	Nativo
Paspalum clandestinum	Nativo
Bromus auleticus	Nativo, no inundable
Lotus corniculatus	Productivos
Trifolium repens	Productivos

Arbustos y arboles decrecimiento lento	
Leguminosas pioneras	
Senna corymbosa	arbustivas
Sebasnia punicea	arbustivas
Sebasnia virgata	arbustivas
Calliandria tweedi	arbustivas forrajera
Mimosa sp.	arbustivas
Inga uruguensis	arbol
Parapiptadenia rigida	arbol
Eritrhyna crista galli	arbol
Acca sellowianna	Arbusto frutal
Psidium cattleianum	Arbusto frutal
Eugenia Uniflora	Arbusto frutal
Parkinsonia aculeata	forrajera
Prosopis nigra,	forrajera
Prosopis affinis,	forrajera
Myrsine sp.	forrajera

Arboles de rápido crecimiento	
Salix humboldtiana	biofiltrantes/madera/medicinal
Cephalantus glabratus	biofiltrantes/medicinal
Sapium haematospermun	biofiltrantes

Fuente: Elaboración propia en base a búsqueda bibliográfica y experiencia de productores

Infraestructura y tecnología

La incorporación de tecnologías apropiadas es vital para las ZAAs. El objetivo de las mismas es minimizar los impactos ambientales de la producción. Para ello y luego de realizada la sistematización, es posible instalar cultivos de servicio (abonos verdes), con el objetivo de mejorar el suelo, disminuir el en malezamiento de los cuadros y aportar forraje para pastoreo. Paralelamente, se comienza la delimitación con pastores eléctricos, protegiendo las zonas riparias del acceso del ganado. Uno de los criterios prioritarios es evitar que el ganado ingrese a los arroyos. Otro criterio es establecer distancias pautadas de movimiento del suelo y cualquier tipo de aplicaciones de cuerpos de agua. Esto es un avance en la restauración la salud de los sistemas hídrico. Para lograr este objetivo es posible instalar bebederos automáticos en sitios estratégicos, alimentados por energía solar. Esta solución generada en el marco de estos proyectos, obtuvo como resultado una fuente de agua de mejor calidad para el ganado.





Incorporación de biodiversidad funcional

Especies Biofiltrantes: Zona de árboles de rápido crecimiento

En la plantación de especies biofiltrantes se utilizaron el Sarandí Blanco, (*Phillanthus sellowianus*) y Sauce Criollo (*Salix humboldtiana*), ambas especies son nativas y están adaptadas a crecer en las zonas más cercanas de los cauces de los arroyos, por eso se las denominan hidrófilas. Sus raíces cumplen un rol importante, el de sostener y estabilizar el suelo, en los lugares donde antes pisaba el ganado. Además con el paso del tiempo dichas especies comenzarán a desarrollarse y mejorar la captación de nutrientes provenientes de la agricultura, y proveerán a su vez nichos ecológicos para aves e insectos. El Sarandí es una especie utilizada para el tratamiento de la diabetes, el sauce tiene múltiples usos que van desde leña, hasta su utilización en maceración para obtener un enraizador natural para plantas rico en fitohormonas.











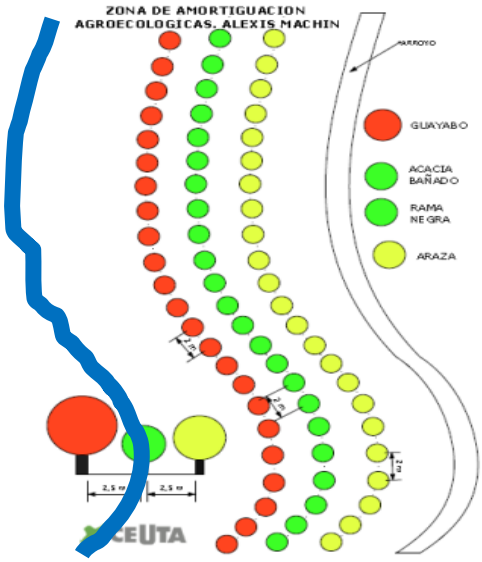
Especies frutales y leguminosas nativas: Zona de arbustos

Es factible consorciar especies buscando complementariedad, con especial énfasis en la zona radicular. Es posible plantar leguminosas nativas como Rama Negra (*Senna corymbossa*) y Acacia de Bañado (*Sesbania punicea y Sesbania virgata*), asociadas a frutales nativas como Arazá amarillo, Arazá rojo y Guayabo del país. Estas últimas especies se plantan con un doble propósito: retener los excesos de nutrientes y sedimentos provenientes de la agricultura aguas arriba y producir frutos para su posterior consumo en fresco o procesamiento. Es esperable, además, la generación de excedentes y creación de canales comerciales.



En el marco de los proyectos se buscó potenciar la función de retención de nutrientes. Para ello se eligieron marcos de plantación de 2m x 2m en la hilera, y con callejones empastados de 3 metros entre ellos. Los arazás se colocan más cerca de la zona baja, y los guayabos más lejos del agua, ya que están menos adaptados a zonas ribereñas.

A continuación se muestran mapas de plantación con la ubicación de las especies, y su distanciamiento.



Mingas por el agua

Un aspecto fundamental es la apropiación y la valoración positiva de la comunidad en la instalación y manejo de ZAAs. Para potenciar y apalancar la instalación de las ZAAS en el

territorio canario, CEUTA organizó jornadas colaborativas denominadas MINGAS POR EL AGUA. Los objetivos de esta actividad eran varios; por un lado apoyar a los productores en la plantación de árboles y por otro lado, visibilizar las ZAAs frente a la comunidad cercana, así como integrar instituciones y prensa en tareas concretas. Se logró establecer una actividad que fue marco de aprendizaje e intercambio de saberes, desde el predio hacia la comunidad y viceversa.

La palabra *minga* (o *minka*) proviene del quechua y se define como "una antigua tradición de trabajo comunitario o colectivo con fines de utilidad social. El significado de la minga se deriva del conocimiento que tenían los aborígenes de que, realizando un trabajo compartido para el bien común, se lo hace más rápido y mejor. Esto constituye en esenciael espíritu de la actividad: cooperar entre todos para culminar la instalación de las zonas de amortiguación agroecológicas que aportan al cuidado del recurso agua, que es clave para el bienestar de todos.

Estas jornadas pueden además ser muy eficientes: por ejemplo, más de 400 árboles fueron instalados en dos jornadas.



Como se dijo antes, los enfoques y herramientas desarrolladas proveen principios para el diseño de las ZAAs, pero no son una receta única: el área óptima de las mismas y planes de manejo depende tanto de los sistemas de producción prediales (tipo, intensidad, superficie, pendiente, tipo de suelos) y las especies a utilizar dependen de las características de los suelos y los regímenes de inundación. También según el enfoque del productor que está instalando la ZAAs priorizará la incorporación de especies frutales, especies forrajeras en caso de poseer producción animal, o ambas.

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista político y de derechos humanos, el aporte de las SAFs y ZAAs pueden constituir herramientas para aumentar el cuidado de la calidad de los recursos hídricos del territorio regional, de las presentes y futuras generaciones, a través del cuidado, protección y recuperación de los acuíferos y las cuencas, permitiendo un uso racional y aportando así a la calidad de vida de sus habitantes. Las políticas con enfoque territorial son generalmente coherentes con ello y deberían por tanto incluir el desarrollo de ZAAs en su ejercicio de ordenamiento del territorio. Las SAFS y las ZAAs son sistemas que pueden aportar a mejorar la calidad del agua, y los suelos, a la vez de contribuir con la permanencia de los productores en los predios.

Las SAFs son sistemas complejos que requieren análisis de múltiples ciencias y saberes. Su diseño, implementación y manejo, podrían constituir un capítulo específico en el ámbito de las comisiones de Cuenca y o de las Secretarías/Direcciónes de Medio Ambiente.

Para que las experiencias actuales sean validadas por los sectores productivos y sus organizaciones de productores, así como los ámbitos técnicos pertinentes, se debe ampliar la implementación de ZAAs hacia diversos sistemas de producción (diversidad de rubros y productores), y al mismo tiempo realizar un seguimiento técnico sistemático de las experiencias ya instaladas, que permita monitorear los resultados de sistemas maduros (alcanzando clímax y máxima eficiencia). Este seguimiento deberá tener necesariamente un enfoque agroecológico. Paralelamente será necesario instalar ensayos que midan la captación de nutrientes y agrotóxicos por parte de estos sistemas, además, realizar un análisis de los costos implicados. Por último y no menos importante se deben impulsar políticas y herramientas que faciliten la adopción de las ZAAs.

BIBLIOGRAFÍA

ACHKAR et al.Cuenca del Río Santa Lucía – Uruguay- Aportes para la discusión ciudadana. (2012) IECA- Facultad de Ciencias- udelar, REDES, AMIGOS DE LA TIERRA, URUGUAY SUSTENTABLE.

ACHKAR M. GAZZANO I. GÓMEZ PERAZZOLI A. (2015) (citando a Vitousek et al., 1997).Fundamentación y propuesta de desarrollo de la Agroecología en cuencas estratégicas de nuestro país. Red de Agroecología y Red de Semillas criollas. Documento interno.

ADEMIR SÉRGIO FERREIRA ARAUJO, LUIZ, FERNANDO CARVALHO LEITE, BRUNA DEFREITAS IWATA, MARIO DE ANDRADE LIRA,GUSTAVO RIBEIRO XAVIER, et al.(2012).Microbiological

processes in agroforestry systems, a review.Agronomy for a sustainabledevelopment.Vol. 32, Nº 1.

BIZZOZERO F.CARRO G.Y GUAZZELLI M. J. (2018).Sistemas Agroforestales Agroecológicos Familiares, Bioma Pampa. 68p.

BRAZEIRO A, SOUTULLO A Y BARTESAGHI L,(2012). Prioridades de conservación dentro delas eco-regiones de Uruguay. Informe técnico. Convenio MGAP/PPR – Facultad de Ciencias/Vida Silvestre Uruguay/ Sociedad Zoológica deluruguay/CIEDUR. 20p.

BRAZEIRO A.(2015).Curso ecologia de bosques.Módulo 2.Facultad de Ciencias.

CENTRO ECOLOGICO (2014) SISTEMAS AGROFLORESTAIS. Produção de alimentos em harmonia com a natureza. 98p

Decreto departamental: Proyecto de reglamentación cautelar laguna del cisne, 18/11/2015. Exp. 2015/14000/16339.

Decreto 253/79 normas de calidad de aguas.

DÍAZ I. (2013). Modelación de los aportes de nitrógeno y fósforo en cuencas hidrográficas del departamento de Canelones (Uruguay). Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias

GAZZANO I. GÓMEZ A., NANSEN K. (2016) Plan Nacional de Agroecología: hacia la construcción de una política pública. Departamento de Sistemas Ambientales. Facultad de Agronomía-udelar. Red de Agroecología del Uruguay. Red de Semillas Criollas y nativas. Trabajo presentado en el congreso de ciencias sociales FAGRO. Udelar.

Informe Ambiental Estratégico, (2017) Sistema departamental de áreas de Protección de Canelones, SDAPA, gobierno departamental de Canelones.

GOYENOLA, G., VIDAL, N., ACEVEDO, S., CABRERA, S., FOSALBA, C., TEIXEIRA-DE MELLO, F., CALVO, C., GAUCHER, L., IGLESIAS, C., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A., BURWOOD, M., CORRALES, N., OLSSON, D., LEVRINI, P., PACHECO, J.P., CAPUCCIO, L., URTADO, L., 2017. Sistemas Acuáticos Canarios. Estado del conocimiento y gestión ambiental. Informe Ambiental Estratégico. Centro Universitario Regional Este/Universidad de la República; Comuna Canaria, Canelones, p. 53.

Informe sobre la calidad del agua en la cuenca del Río Santa Lucía: estado de situación y recomendaciones (2013), MOVUS. (Movimiento Uruguay Sustentable).

KRUK. C et al. (2013). Ficha: Análisis de la Calidad de Agua en Uruguay, Vida Silvestre, AAE, UICIN.

Ley nacional de Aguas (Plebiscito octubre 2004). 2009

Plan Nacional de Aguas (2017)

LIN, C.H., LERCH, R.N., JORDAN, D., GARRETT, H.E., ANDGEORGE, M.F. (2004).The effects of herbicides (Atrazine and Balance) and ground covers on microbial biomass carbonand nitrate reduction. Proceedings of the 8th North American Agroforestry Conference, June 22-25, 2003 Corvallis, Oregon. P. 182-195.

LIN, C.H., LERCH, R.N., GARRETT H.E. AND GEORGE, M.F. 2004.Incorporation of selected forage grasses in riparian buffersdesigned for the bioremediation of atrazine, isoxafutole (Balance) and nitrate. Agroforestrysystems. 63: 91-99.

MVOTMA (2015) Resolución Ministerial 229, Medida 8 del Plan de Acción para la Protección de la Calidad Ambiental y la Disponibilidad de las Fuentes de Agua Potable en la Cuenca del Rio Santa Lucia. Montevideo.

MVOTMA (2016) Resolución Ministerial 58,Medida 5 del Plan de Acción para la Protección de la Calidad Ambiental y la Disponibilidad de las Fuentes de Agua Potable en la Cuenca de Laguna del Sauce.

TAPIA F. Y VILLAVICENCIO A. (2007).Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Boletín INIA, Chile nº 170.

USDA (2000).Conservation buffers to reduce pesticides lose29p.

Producción: Centro Ecológico (www.centroecologico.org.br)
Elaboración: Federico Bizzozero
Revisión: Maria José Guazzelli
Diagramación: Miriam Sperb
Primavera de 2018

"*Este material ha sido financiado parcial o íntegramente por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi). Las opiniones en él vertidas no son compartidas necesariamente por Asdi. La responsabilidad sobre el contenido recae exclusivamente en los autores del material".*