

**REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS  
EN CULTIVOS FORRAJEROS Y FORESTALES  
EN ING. JACOBACCI**

*Cremona, M.V. <sup>1</sup>; Riat, M.<sup>2</sup>; Magnin, S.<sup>3</sup>; Velasco <sup>1</sup>, V. Sánchez <sup>2</sup>, M. y  
Tanzer, L. <sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), <sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Agroforestal (EEA) Bariloche y Agencia de Extensión Rural (AER) INTA Jacobacci, <sup>3</sup>Departamento Provincial de Aguas (DPA), Río Negro, Argentina.

cremona.mv@inta.gob.ar

**RESUMEN**

El uso de aguas residuales tratadas (ART) en riego agrícola forestal es una alternativa para evitar el vuelco a cuerpos receptores hídricos, que resulta de especial interés en áreas donde el agua es escasa. Resultado de un Convenio entre el DPA, la UNR, el INTA, la Municipalidad y la Cooperativa de Aguas, se comenzó en 2015 un trabajo conjunto en la localidad de Ingeniero Jacobacci con el objetivo de diseñar y probar estrategias para el mejor uso de esas aguas residuales, con la idea que el modelo desarrollado pueda ser aplicado en otras localidades de la región. Para ello se realizaron talleres en diferentes ámbitos de la comunidad para difundir la temática y recoger percepciones y temores preexistentes acerca de la misma. Además, se instaló en febrero de 2016 un ensayo de reutilización de ART para la producción de forraje (alfalfa y campo natural) y biomasa (olivillo y sauce) en la planta de tratamiento, con el objetivo de evaluar el impacto en las propiedades del suelo y en la productividad vegetal. En la producción de forraje se observó en alfalfa un rendimiento muy superior a lo esperado en la región, no observándose diferencias significativas entre los tratamientos (promedio de 24 Ton/ha en tres cortes en el primer año y de casi 50 Ton/ha en cuatro cortes en el segundo). Por efecto del riego, en el suelo se observaron cambios en algunos parámetros edáficos como una reducción del pH en agua y un incremento en la conductividad eléctrica en las parcelas regadas con agua tratada. También se observaron incrementos en las cargas de nutrientes aunque los valores máximos observados no alcanzaron límites que impliquen riesgos ambientales. Los ensayos de especies forestales comenzarán a evaluarse en la próxima temporada.

Estos resultados, si bien son preliminares y en condiciones de cultivo muy difícilmente alcanzables en una producción comercial, reflejan buenas posibilidades de producir material seco vegetal con la aplicación de agua tratada, aunque se requiere planificar un riguroso control del impacto ambiental.

### **DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

El uso de ART en riego agrícola forestal es una alternativa para evitar el vuelco a cuerpos receptores hídricos, que resulta de especial interés en áreas donde la escasez de agua afecta las actividades humanas. En Ingeniero Jacobacci, una de las localidades más importantes de la Región Sur de Río Negro, funciona desde el año 2010 una planta de tratamiento de líquidos cloacales que genera aguas residuales tratadas que desde el comienzo de su funcionamiento se derivan al riego de una pequeña parcela forestal, para disminuir los caudales de disposición directa al mallín que bordea el Arroyo Huahuel Niyeu. Desde el inicio de la generación de este recurso, la Cooperativa de Agua y Servicios Públicos (COASyP) de la localidad manifestó interés en hacer un uso productivo del agua generada, lo que resultó un marco propicio para la generación de un trabajo interinstitucional que persiguiera el desarrollo de una propuesta tecnológica adaptada a las necesidades productivas y ambientales de la zona. En el año 2015, se firmó un convenio entre la UNRN, el INTA, y el DPA, como organismos técnicos, y la COAySP y el Municipio de Ingeniero Jacobacci, con el objetivo de diseñar y probar estrategias para el mejor uso de esas aguas residuales, con la idea que el modelo desarrollado pueda ser aplicado en otras localidades de la región.

En el marco del convenio se trabajó fundamentalmente en dos objetivos: i) elaborar un diagnóstico socio-ambiental para evaluar la receptividad de la comunidad a proyectos de reutilización de aguas residuales tratadas, ii) desarrollar de tecnologías apropiadas para la aplicación de aguas residuales tratadas en lagunas facultativas, en cultivos forrajeros y forestales y evaluar su impacto en la productividad y el ambiente.

Para el primer objetivo se desarrollaron tres talleres: uno con actores claves de la comunidad, otro con docentes de nivel primario en el marco de una jornada institucional y otro con la comunidad en general. En los talleres se dio a conocer el proyecto de reutilización de las aguas residuales tratadas en la localidad en el marco del convenio citado, se expusieron experiencias de otras zonas y se trabajó con diferentes metodologías en indagar acerca de las expectativas, inquietudes, opiniones de los diversos actores sobre el reúso de las aguas tratadas.

Para el segundo objetivo se instalaron dos ensayos, comparando la aplicación diaria de agua residual tratada con el de agua de perforación y su efecto en la productividad vegetal y el suelo. Un ensayo compara un cultivo forrajero, la alfalfa, con el desarrollo de la vegetación espontánea luego de la sistematización para riego (que denominamos campo natural y el otro compara una especie forestal como el olivillo con un clon de sauce adaptado a las condiciones de la zona. Ambos ensayos se diseñaron en parcelas divididas con el tipo de agua en la parcela principal y se aleatorizaron los tratamientos dentro de las parcelas de 3 x 2 m, con tres repeticiones por cada uno. La aplicación de agua se realiza de acuerdo a la máxima demanda de evapotranspiración potencial. En el ensayo de forrajeras, donde los efectos se esperan ver a más corto plazo, se evalúa el rendimiento en materia seca mediante cortes y se muestrea periódicamente el suelo a diferentes profundidades, para evaluar diferentes parámetros químicos y físicos. El ensayo de especies forestales comenzará a evaluarse en la próxima temporada de crecimiento.

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

En los talleres con la comunidad se pudo observar que la temática de reúso es aún desconocida entre la población y que aparece como secundaria frente a otras temáticas relacionadas al agua, como por ejemplo la gestión cotidiana del servicio de provisión de la misma o de las cloacas. Sin embargo se percibió una tendencia a la aprobación generalizada a la reutilización de este recurso que se reconoce escaso en la región, aunque en principio, se prefiere que se haga en aprovechamientos que no vinculen productos de consumo directo o indirecto y en áreas alejadas de las poblaciones.



**Figura 6: Vista general del ensayo de forrajeras en enero de la primera temporada. Al fondo, ensayo de especies forestales**

Respecto al ensayo, en la producción de forraje se observó en alfalfa un rendimiento muy superior a lo esperado en la región, no observándose diferencias significativas entre los tratamientos (promedio de 24 Ton/ha en tres cortes en el primer año y de casi 50 Ton/ha en cuatro cortes en el segundo). En el campo natural se obtuvieron rendimientos también muy buenos, pero con diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al agua aplicada, muy superiores en el agua tratada por el efecto de la adición de nutrientes.

**Tabla 5: Rendimientos medios de alfalfa en la primera y segunda temporada de cortes en kg MS/ha. Letras diferentes expresan diferencias significativas entre los dos tipos de agua ensayada**

		1ª Temporada	2ª Temporada
Agua pozo	Alfalfa	23182,8 ± 1616,8	46243,7 ± 1623,8
	Campo Natural	6591,8 ± 1779,1 a	16766,3 ± 5274,5 a
Agua tratada	Alfalfa	23662,0 ± 4067,9	50579,3 ± 7935,9
	Campo Natural	17314,7 ± 2403,1 b	42216,0 ± 7530,1 b

En el suelo se observó como consecuencia del riego una reducción significativa del pH en agua (1:2.5) en las parcelas regadas con agua tratada ( $p=0.0166$ ), tendencia que se observa hasta los 80 cm de profundidad y un incremento en los valores de conductividad eléctrica de la suspensión ( $p=0.0131$ ). También se observaron incrementos estadísticamente significativos ( $p>0.05$ ) en las cargas de nutrientes de  $10.1 \pm 4.4$  en  $\text{NH}_4^+$ ;  $8.8 \pm 5.2$  en  $\text{NO}_3^-$  y  $15.7 \pm 3.71$  en P (todos en mg/kg). Las disminuciones de pH están posiblemente asociadas a un aumento de la actividad biológica generada por el suministro de nutrientes y sustrato carbonado lábil junto con el agua residual tratada, con el consiguiente incremento en la mineralización del nitrógeno y el carbono orgánico, que generan acidez. Eso se reflejó también el aumento de nutrientes minerales, en sus formas fácilmente disponibles para las plantas que a su vez se tradujeron en producción de materia seca. El aumento de la conductividad eléctrica está posiblemente generado por el aporte de sales provenientes del agua residual tratada, que se acumularon en todo el perfil.

### **CONCLUSIONES**

Estos resultados, si bien son preliminares y en condiciones de cultivo muy difícilmente alcanzables en una producción comercial, reflejan buenas posibilidades de producir material seca vegetal con la aplicación de agua tratada. Tanto la producción de forraje como de biomasa resultan sumamente interesantes para una región con serias limitaciones para producir estos productos con otros recursos. Sin embargo, se observa que los cambios en el suelo pueden ser significativos aun en plazos muy cortos, por lo que es necesario planificar un riguroso control del impacto ambiental.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a Antonio Cayuman por sus valiosos aportes y la atención permanente del ensayo, al personal de la COSAyP por el apoyo técnico.