



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina

N.º 2

2024

ISSN ON
LINE

3008-7635

CARTILLA DE DIVULGACIÓN FORESTAL



GRUPO
FORESTAL
CÓRDOBA

Reúso de efluentes industriales para riego de forestación de sauces, Monte Cristo – Córdoba

Marraro Acuña, Francisco
Cora, Amanda

Introducción

Los efluentes urbanos e industriales son una fuente de contaminación de los cuerpos que los reciben, ya sean cursos de agua superficiales, canales, sistemas de aguas subterráneas o suelo. La implementación de filtros verdes o forestaciones regadas con estos efluentes es una práctica cada vez más usada.

Diversas experiencias a nivel mundial y en el país determinan que es factible emplear sauces en el aprovechamiento de aguas residuales, debido a su rápido crecimiento y capacidad de remover nitrógeno y fósforo (Xiang *et al*, 2016; Contangelo *et al*, 2023). Los sauces se adaptan a una gran variedad de ambientes y son especies cuyo aprovechamiento forestal puede ser multipropósito. Además, surgen como una posibilidad forestal debido a la facilidad de su clonación, alta capacidad de rebrote, alta plasticidad de respuesta a los cambios ambientales, su uso en la protección de las cuencas hidrográficas, su empleo en la remediación de aguas y suelos contaminados, y su contribución al balance de dióxido de carbono (Cerrillo *et al*, 2015).

El uso de efluentes para riego de salicáceas tiene también importancia por los servicios ambientales que puede brindar: captura de carbono, barreras para vientos, captura de partículas aéreas y producción de madera (Giovanardi, 2011).

El excedente de agua y nutrientes presentes en los efluentes puede ser un beneficio para incrementar el crecimiento de las especies forestales, como es el caso de eucaliptos en Entre Ríos (Tesón *et al*, 2017) o álamos y sauces en Patagonia (Romagnoli y Thomas, 2010).

Atendiendo a la problemática ambiental planteada, se propone el aprovechamiento del efluente para regar plantaciones forestales. En este trabajo se evalúa el desarrollo de dos clones de sauces regados con un efluente proveniente de una fábrica de dulces en la provincia de Córdoba.

Materiales y métodos

La fábrica Orieta, Goy Widmer y Cia S.A., se encuentra ubicada en la localidad Monte Cristo, departamento Río Primero, provincia de Córdoba. Esta industria produce dulce y en el proceso genera efluentes, que presentaron un pH de 6,8 y una conductividad eléctrica de 1,882 dS/m.

El área posee un régimen térmico templado, la temperatura media anual es de 15,6°C. La temperatura media del mes más caluroso, enero, es de 21,2°C y la correspondiente al mes más frío, julio, de 7°C. En la provincia de Córdoba, las lluvias son abundantes desde mediada la primavera hasta mediado el otoño; durante el periodo invernal, en cambio, son escasas. El promedio anual de precipitaciones es 758 mm, valor tan solo orientativo dadas las variaciones interanuales, con un máximo de 927 mm y mínimo de 336 mm (INTA, 1992).



Fotografía 1. Clon Yaguareté implantado sobre camellón y canales inundados con efluente de la planta Orieta, Monte Cristo, Dpto Río Primero, Córdoba (F. Marraro).

En el mes de septiembre del 2022 se implantaron, en 4 camellones experimentales, dos clones mejorados de sauce obtenidos por el Programa de Mejoramiento de INTA: Yaguareté INTA-CIEF (*S. alba* x?) y Carapachay INTA-CIEF (*S. matsudana* x *S. alba*). El riego se realiza por inundación, con el efluente de la fábrica, en un esquema de canales intercalados con los camellones (Fotografía 1).

Se utilizaron estacas de 0,6 m de largo, se distribuyeron en una línea, cada 2,5 m, ocupando dos camellones cada clon evaluado. El marco de plantación fue de 2,5 m x 6 m. La plantación se realizó con hoyadora manual. Se impidió el ingreso de animales y se realizaron controles periódicos de hormigas y malezas. Se realizaron riegos iniciales en cazuela durante los primeros meses para asegurar la implantación.

En julio de 2023, se evaluó la supervivencia (0: muerto y 1: vivo). Se determinó la proporción de plantas vivas por material, a lo que se denominó índice de sobrevida (IS). Se midió la altura de las plantas vivas. Se analizó la varianza de los datos obtenidos para poner a prueba diferencias, de IS y altura de los clones, con el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al*, 2020).

Resultados y discusión

Luego de una temporada de crecimiento, la diferencia en sobrevida entre los dos clones evaluados resultó estadísticamente significativa ($\alpha = 0,05$; $p < 0,0001$), con valores de 90% para Yaguareté y 67% para Carapachay (Figura 1).

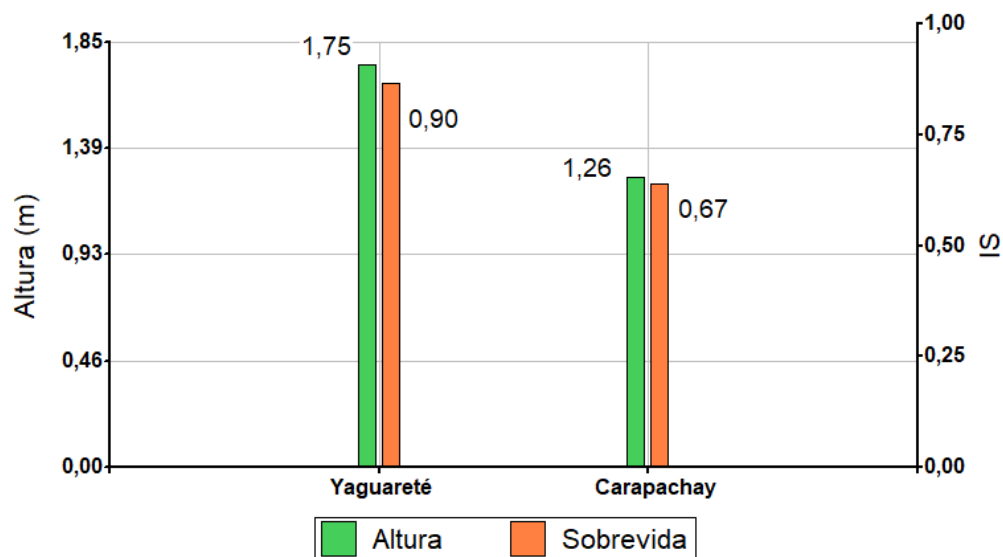


Figura 1. Valores promedio de índice de sobrevida (naranja) y de altura (verde) para cada clon, medidos después de una temporada de crecimiento completa, julio 2023. Las diferencias en IS y en Altura resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,0001$).

Respecto a la altura promedio alcanzada por los clones, se destaca Yaguareté con 1,75 m de Carapachay con 1,26 m, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($\alpha = 0,05$; $p < 0,0001$) (Figura 1).

Acorde a los resultados obtenidos para crecimiento y sobrevida, Yaguareté resulta un material más promisorio para este tipo de plantaciones donde el efluente empleado tiene un grado de salinidad moderada, con valores levemente por encima de los observados por Tesón *et al*, (2017). Es importante resaltar que estos son resultado de solo un año de evaluación y se ha de continuar evaluando el comportamiento de estos materiales.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos hasta el momento, Yaguareté presentó un mejor comportamiento en estas condiciones y se puede inferir que para usos similares es un clon recomendable. Es importante continuar la evaluación por más tiempo para arribar a conclusiones de mayor solidez.

Bibliografía

Cerrillo, T.; Alvarez, J. A.; Alvarez, J. L.; Battistella, A.; Braccini, C.L.; Casaubon, E.; Cortizo, S.C.; Fernández, P.C.; Ceballos, D.S.; Fernández Tschieder, E.; Faustino, L.I.; Fracassi, N.; García Cortes, M.; González, A.; Grieco, L.; Hemming, J.A.; Landi, L.; Mangieri, V.; Mema, V.Y.; Monteverde, M.S.; Mujica, G.O.; Olemberg, D.J. 2015. La forestación de salicáceas como aporte al desarrollo sustentable del Delta del Paraná. XXIX Jornadas Forestales de Entre Ríos, 24 y 25 de septiembre, Concordia. Recuperado de: https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/1664/INTA_CRBuenosAiresNorte_EEADeltadelParana_Cerrillo_forestacion_salicaceas_desarrollo_sustentable_Delta.pdf?sequence=1 (15/02/2024)

Contangelo, A.; Esperschuetz, J.; Robinson, B.H. 2023. Trace Element Uptake by Willows Used for the Phytoremediation of Biosolids. *Life* 2023 13: 243. <https://doi.org/10.3390/life13010243>

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2020. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, UNC, Argentina.

Giovanardi, F. 2011. Análisis técnico y teórico de la viabilidad de forestación con Salicáceas (álamos y sauces) utilizando el reúso de efluentes cloacales urbanos tratados. Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. Recuperado de: <https://jornadasdesalicaceas2011.blogspot.com/p/disertaciones.html> (15/02/2024).

INTA. 1992. Carta de suelo de la República Argentina: Hoja 3163-26, Villa de Rosario. Córdoba: Recuperado de: <http://suelos.cba.gov.ar/VILLADELROSARIO/index.html> (15/02/2024)

Romagnoli, S.; Thomas, E. 2010. Forestación con aguas residuales tratadas: una alternativa para transformar un problema ambiental en un recurso valioso. *Fruticultura & diversificación* 64: 14 -21.

Tesón, N.; Larocca, F.; Millan, G.; Merani, V. 2017. Reutilización de aguas residuales para el riego de plantaciones forestales: resultados preliminares sobre efectos en el suelo y en la productividad. XXXI Jornadas Forestales de Entre Ríos, 5 y 6 de octubre. Concordia. Recuperado de: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81013> (15/02/2024)

Xiang, S.; Haijing, S.; Hongwei, P.; Yitai, C.; Zeping, J.; Jianfeng, L.; Shufeng, W. 2016. Growth an efficiency of nutrient removal by *Salix jiangsuensis* J172 for phytoremediation of urban wastewater. *Environ Sci Pollut Res.* 23: 2715–2723.

Financiamiento

INTA - Proyecto Estructural - I067 - 001 Mejoramiento genético y silvicultura de plantaciones para la producción sostenible de productos forestales para distintos destinos industriales.

INTA - Proyecto Local Proyecto local (6162-342) regiones pampeana y espinal de la provincia de Córdoba.

ORIETA: Goy Widmer y Cia S.A

Agradecimientos

Ing. Agr. Teresa Cerrillo, responsable del Programa de Mejoramiento Genético de Salix spp. EEA Delta del Paraná - INTA

Filiación autores

Marraro Acuña, Francisco: INTA - EEA Manfredi.

Cora, Amanda: INTA - EEA Manfredi.

Para más información:

Biól. Marraro Acuña, Francisco

marraro.francisco@inta.gob.ar

Grupo forestal Córdoba - EEA Manfredi - INTA

Febrero 2024

Para suscribirse al boletín envíe un email a: cora.amanda@inta.gob.ar

Para CANCELAR su suscripción envíe un email a: cora.amanda@inta.gob.ar

ISSN on line: 3008-7635

Este boletín es editado en INTA - EEA Manfredi

Ruta Nacional N° 9 Km. 636 (5988) - MANFREDI,

Provincia de Córdoba, República Argentina.

Tel.: 03572-437437 / 493053/58

Web: inta.gob.ar/manfredi

Responsable editor y literario: Amanda Cora

(c) Copyright 2001 INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Todos los derechos