

## TRATAMIENTO Y REÚSO DE EFLUENTES EN UN TAMBO QUE INCLUYE HUMEDALES CONSTRUIDOS Y ANÁLISIS DE SUS RIESGOS CLIMÁTICOS.

Mariana Gonzalez<sup>1</sup>, Lucía B. Avalor<sup>2</sup>, Camila A. Knecht<sup>3</sup>, Nicolas Vexelman<sup>4</sup>, Bárbara Gomez<sup>5</sup>, M. Tatiana Jodor<sup>6\*</sup>, Manuel Schmelzle<sup>7</sup>

1. Facultad Regional Bahía Blanca -Universidad Tecnológica Nacional - (2) Instituto de Física Enrique Gaviola - Universidad Nacional de Córdoba

1. Instituto de Investigaciones en Microbiología y Parasitología Médica – Universidad de Buenos Aires- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (4) Facultad Regional Resistencia Universidad Tecnológica Nacional – (5) Instituto Nacional del Agua (6) Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – Universidad Nacional del Litoral (7) Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDAF)

\*Ciudad Universitaria. Ruta Nacional N° 168 - Km. 472,4. Santa Fe - Argentina.  
Email: tatianajodor@gmail.com

### Introducción

La producción de leche y sus derivados constituye uno de los subsistemas agroalimentarios de mayor importancia estratégica de Argentina [1] y es una de las actividades ganaderas de mayor demanda de agua [2]. Este trabajo refleja la intersección de desafíos y oportunidades críticos en la industria lechera argentina. En un contexto de cambio climático caracterizado en Rafaela (Departamento Castellanos, provincia de Santa Fé) por una disminución en precipitación anual de 151 mm y un aumento de la temperatura máxima de 2,9 °C, según el Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático Agregar el valor de las variables: usamos escenario de emisiones medias, periodo 2030 y proyección pesimista ? [3], el manejo sostenible de los efluentes de tambo se vuelve esencial. En este trabajo se explora cómo la adopción de enfoques de economía circular, junto con la implementación de humedales construidos, puede no solo abordar los desafíos ambientales, sino también ofrecer soluciones beneficiosas desde el punto de vista económico en la producción lechera argentina.

Los objetivos del presente trabajo fueron: Identificar riesgos climáticos de la producción lechera y proponer medidas de adaptación que disminuyan la huella hídrica del producto.

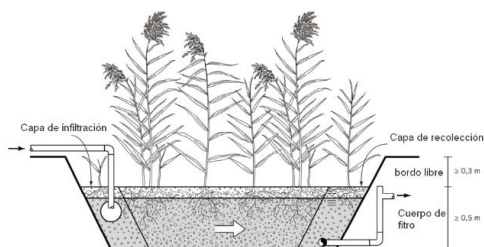
Se comienza entonces por realizar una identificación de riesgos climáticos aplicada al caso de estudio seleccionado. Se trata de un tambo robot que se encuentra en funcionamiento en el INTA Rafaela .

En un análisis de causa'efecto, a partir de los pronósticos climáticos para la zona se identifican al menos los siguientes riesgos climáticos:

1. ↑ Olas de Calor y ↑ temperatura → ↑ Demanda de Agua y ↑ Estrés Hídrico → ↑ Concentración de Contaminantes y ↑ Patógenos
2. ↑ Estrés Hídrico – disponibilidad de agua → ↑ Sobreexplotación de Fuentes de Abastecimiento.
3. ↑ Temperatura ↑ Olas de Calor ↓ Disponibilidad de agua → ↑ Estrés Animal → ↓ Producción lechera.

Los efluentes del tambo, principalmente provenientes del lavado de pisos de la sala de ordeño, son recolectados en una cámara y bombeados hacia el decantador donde se separan los sólidos. El efluente líquido resultante pasa por gravedad al sistema de triple lagunas (la primera anaeróbica y la segunda y la tercera facultativas), luego por el filtro y, por último, es almacenada en un depósito. Actualmente se está estudiando un sistema piloto de un humedal construido de flujo subsuperficial horizontal (HC-FSSH) para

el tratamiento adicional de agua, ubicado en la salida de la tercera laguna. Una bomba utiliza este líquido tratado para el lavado de los pisos del corral. El sistema ha demostrado una alta eficacia en la reducción de la carga orgánica, superando el 90% (Figura).



**Figura.** Humedal construido de flujo subsuperficial horizontal (HC-FSSH)

A partir del análisis realizado se establecen algunas conclusiones y oportunidades. En la tabla se muestra la huella hídrica del tambo modelo comparada con la de la región pampeana en la que se encuentra y otras regiones del mundo.

**Tabla.** Comparativa de Huella Hídrica (HH).

Fuente: Elaboración propia en base a [1, 4, 5, 6].

Zona de Medición	HH (l agua/ l leche)
Europa occidental	743
Europa Central y Oriental	886
América del Norte	815
Sudamérica	1219
Asia	2064
África	2993
Región Pampeana (Arg.)	804,2
Tambo INTA Rafaela	1200

En un contexto de vulnerabilidad y cambio climático global, es crucial para los productores considerar medidas de adaptación. Los mercados mundiales están evolucionando hacia estándares y exigencias más altos, y la huella hídrica es un factor cada vez más importante. El tratamiento de efluentes descrito en el punto anterior y la

posibilidad de utilizar técnicas de reúso en algunos de los principales usos como la limpieza, baños, etc. impactarían positivamente en la disponibilidad hídrica. El uso de agua tratada, generará a su vez más disponibilidad en las fuentes de agua originales, disminuyendo su estrés hídrico y por tanto muchos de sus riesgos asociados. Por otro lado, la disminución del consumo de agua de fuente, impactaría en la disminución de la reducción de la huella hídrica del producto.

Por lo tanto, la implementación de medidas que busquen reducir y reutilizar el agua tendrá impactos directos sobre la huella hídrica. Esto no solo beneficiará a la disponibilidad del agua, sino que también proporcionará una mayor competitividad a los productores en comparación con otros que no adopten estas prácticas.

## Agradecimientos

Se agradece al Servicio de Intercambio Académico Alemán (DAAD) Alumni Mendoza por la oportunidad de encontrarnos en el marco del IV Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales para trabajar en el taller que dio origen a esta publicación.

## Referencias

- [1] Charlon, V., Tieri, M. P., Manazza, F., Engler, P., Pece, M. A., & Frank, F. (2014). Comparación de dos metodologías de cálculo de huella hídrica en un sistema de producción de leche de argentina. Proceedings of the Actas del III Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y II Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV.
- [2] Castignani, H. A. 2009. Competitividad relativa de la lechería y la agricultura en la cuenca central de Santa Fe – Córdoba (Tesis de Maestría en Agronegocios) Universidad de Buenos Aires.
- [3] Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático (SIMARCC, 2023). Disponible en <https://simarcc.ambiente.gob.ar/mapa-riesgo>

[acceso 4 de noviembre 2023].

[4] Taverna, M. A., Charlón, V., García, K. E., y Walter, E. (2013). Una propuesta integral de manejo de efluentes. *Producir*, 21(21), 255.

[5] Gimenez, G. D., Frank, F. C., & Marini, P. R. (2018). Huellas de carbono y de agua en

