

# MONITOREO DE UN SISTEMA DE LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTE DE TAMBO

S.I. Portela<sup>1</sup>, M.J. Torti<sup>1</sup>, D. Garbini<sup>2</sup>, S.M. Cabrini<sup>1,2</sup>, P.I. Araujo<sup>3</sup>, S.B. Restovich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Pergamino <sup>2</sup> Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

<sup>3</sup> CONICET-INTA EEA Pergamino

## Resumen

El manejo de las excretas y el agua es fundamental en la sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción de leche. El vertido de efluentes crudos o deficientemente tratados a cursos de agua o al suelo es frecuente y puede resultar en situaciones contaminantes por acumulación o transferencia de nutrientes. Nuestro objetivo fue evaluar la eficiencia depuradora de un sistema de lagunas de tratamiento y la variación estacional de la composición del efluente de tambo. El tambo Fundación Acevedo se encuentra a 20 km de Pergamino. El sistema productivo (450-470 vacas Frisio-Jersey en ordeño) está basado en el aprovechamiento del pasto en forma directa (50% de la dieta), complementado con concentrado y silo+heno (38 y 12%, respectivamente). Los efluentes de las operaciones de ordeño son conducidos a una primera laguna artificial (tratamiento primario), luego pasan a través de dos más (tratamiento secundario) y finalmente se distribuyen sobre lotes cercanos a través de un sistema de riego por aspersión. Se realizaron muestreos mensuales de efluente de cada laguna entre junio 2015 y mayo 2016 y se midió pH, conductividad eléctrica, sólidos totales, sólidos disueltos totales y fracciones de nitrógeno y fósforo. El análisis de componentes principales realizado con las variables medidas (considerando a las lagunas y fechas de muestreo como criterios de clasificación) sugiere que el efluente de cada laguna fue muy variable en su composición a lo largo del año; sin embargo, los puntos correspondientes a las lagunas 1 y 3 tendieron a separarse. Las lagunas 1 y 2 presentaron mayor similitud entre ellas que con la laguna 3. La variación de las características de efluente a lo largo del año no se asoció claramente a la cantidad de lluvia registrada ni al número de vacas en ordeño. Finalmente en todos los meses de muestreo, las concentraciones de NT, N-NH<sub>4</sub> y PT del efluente de la laguna 3 superaron los valores umbrales establecidos para fertiriego, sugiriendo que el tratamiento es insuficiente para ser vertido en los lotes.

## Contexto

El manejo de las excretas y el agua es un aspecto fundamental en la sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción de leche. Cuando la reglamentación no es clara o cuando su cumplimiento es deficiente, el vertido de efluentes crudos (sin tratar) o deficientemente tratados a cursos de agua o al suelo es frecuente (Nosetti et al., 2002), lo que resulta en situaciones contaminantes ya sea por acumulación o transferencia de nutrientes. Un trabajo reciente (Fariña et al., 2013) reveló que los cuerpos o cursos de agua abiertos (lagunas, bajos o arroyos) constituyen el destino final de los efluentes en el 81% de los tambos de Argentina.

Nuestro objetivo fue evaluar la eficiencia depuradora de un sistema de lagunas de tratamiento de efluente de tambo y la variación estacional de la composición del efluente.

## Descripción de la experiencia

El tambo Fundación Acevedo se encuentra a 20 km de Pergamino. El sistema productivo (450-470 vacas en ordeño de un rodeo Frisio-Jersey de genética neozelandesa) está basado en el aprovechamiento del pasto en forma directa (50% de la dieta),

complementado con concentrado y silo+heno (38 y 12%, respectivamente). Los efluentes provenientes de las operaciones de ordeño son conducidos a una laguna artificial (22 X 8 m) que permite la descomposición parcial de la materia orgánica y sedimentación de los sólidos en suspensión (tratamiento primario). Los efluentes que salen de la laguna de estabilización pasan a través de dos lagunas más (74 X 11 y 43 X 7 m para las lagunas 2 y 3, respectivamente) para eficientizar la remoción de nutrientes (tratamiento secundario). El efluente de la tercer laguna se distribuye sobre lotes cercanos a través de un sistema de riego por aspersión.

Se obtuvieron mensualmente dos muestras compuestas de efluente (de 1 litro cada una) de cada laguna de tratamiento según los procedimientos estandarizados de muestreo (Taverna et al., 2014). Los muestreos se realizaron durante un año, entre junio 2015 y mayo 2016. Una parte de la muestra se utilizó para determinar sólidos totales (ST), pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT). Otra parte se filtró por filtro de micro-fibra de vidrio grado MG-F para la determinación de sólidos disueltos totales (SDT). La muestra filtrada se volvió a pasar por filtro de membrana de acetato de celulosa de 0,45  $\mu\text{m}$  para la determinación de las fracciones disueltas de N y P: fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo disuelto total (PDT), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrógeno disuelto total (NDT). Los ST y SDT se determinaron por gravimetría. Para la determinación de PT y PDT se realizó una digestión ácida seguida de la colorimetría del ácido ascórbico. Las concentraciones de NT y NDT se determinaron mediante el método Kjeldahl, utilizando aleación de Devarda, que reduce el nitrato presente en la muestra a amonio y permite determinar las formas nitrogenadas totales presentes en la muestra. La determinación de  $\text{NO}_3^-$  se realizó por el método colorimétrico del ácido fenoldisulfónico. El  $\text{NH}_4^+$  se determinó por destilación seguida de titulación. Todas las determinaciones se realizaron durante los dos días posteriores al muestreo conservando las muestras refrigeradas durante ese tiempo.

## Resultados y aportes

Se realizó un análisis de componentes principales con los atributos de calidad del efluente considerando a las lagunas y fechas de muestreo como criterios de clasificación (Figura 1). La varianza acumulada explicada en los primeros dos componentes fue del 74% del total de la varianza del conjunto de datos (48% y 26% para el primer y segundo componente, respectivamente). Las cargas vectoriales de las variables medidas fueron bajas ( $<0,45$ ) para los dos componentes. En el primer componente, los factores más importantes fueron los ST y el pH (0,42 y -0,33 con una relación positiva y negativa, respectivamente). En el segundo componente, el NDT y el NT (0,53 y 0,49) y el PDT (-0,28) fueron los factores más importantes. El análisis sugiere que el efluente de cada laguna fue muy variable en su composición a lo largo del año (la dispersión de los puntos de cada laguna es grande); sin embargo, los puntos correspondientes a las lagunas 1 y 3 tendieron a separarse. Esta separación refleja el efecto de depuración entre la primer y tercer laguna. Las lagunas 1 y 2 presentaron mayor similitud entre ellas que con la laguna 3. Si bien existe una asociación de los puntos según el momento del año (los meses de julio y agosto se separan del resto), la variación de las características del efluente no se asoció claramente con la cantidad de lluvia registrada ni con el número de vacas en ordeño a lo largo de los meses de muestreo.

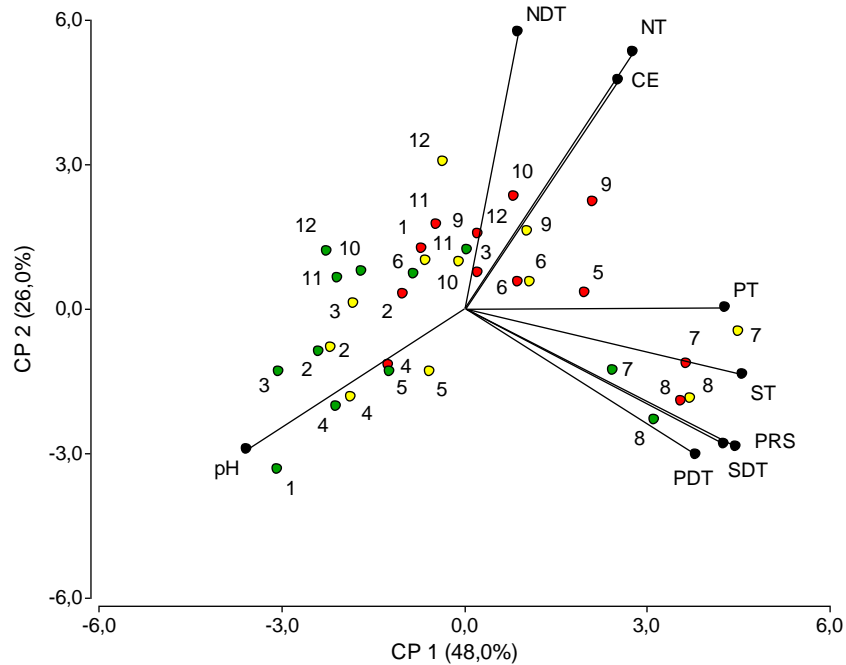


Figura 1. Ordenamiento espacial de las lagunas (laguna 1: rojo, laguna 2: amarillo y laguna 3: verde) y momentos de muestreo (1: enero a 12: diciembre) en función de las características del efluente.

La Resolución 389/1998 de la Administración General de Obras Sanitarias (AGOSBA) del Ministerio de Obras y Servicios Públicos establece límites para la distribución de efluentes tratados por riego por aspersión en la provincia de Buenos Aires: 105, 75 y 30 mg/l para NT, N-NH<sub>4</sub> y N orgánico, respectivamente, y 10 mg/l para PT. El efluente de la laguna 3, utilizado como fertiriego, superó estos umbrales todos los meses excepto enero, sugiriendo que el tratamiento es insuficiente para ser vertido en los lotes (Figura 2).

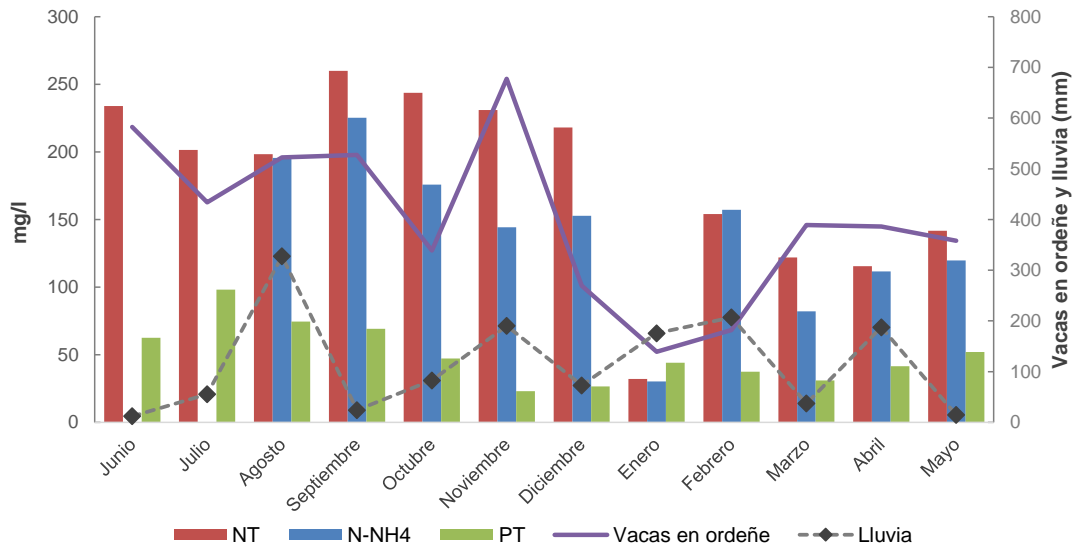


Figura 2. Dinámica de la concentración de N y P total y de N-NH<sub>4</sub> en el efluente de la laguna 3 y del número de vacas en ordeño y cantidad de lluvia a lo largo de los meses de monitoreo.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Luis Peluffo, Ing. Producción Agropecuaria y gerente del Grupo LP, quien nos abrió las puertas del Tambo Fundación y colaboró con el desarrollo de este trabajo.

## **Referencias**

Nosetti, L., Herrero, M.A., Pol, M., Maldonado May, V., Korol, S., Rossi, S., Gemini, V., Flores, M., 2002. Cuantificación y caracterización de agua y efluentes en establecimientos lecheros II. Calidad de efluentes y eficiencia de los procesos de tratamiento. Revista Investigación Veterinaria 4, 45-54

Fariña, S., Herrero, M.A., Aranguren, R., Morín, S., Palacios, J.M., Galbusera, S., 2013. Relevamiento de prácticas relacionadas al manejo de efluentes en sistemas lecheros de Argentina - Proyecto Manejo de Efluentes de Tambo. CREA, p. 36.

Taverna, M.A., García, K.E., Adorni, M.B., 2014. Procedimiento de muestreo de efluentes líquidos y residuos sólidos orgánicos generados en el tambo. Ediciones INTA, Rafaela, Santa Fe.