



# ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL, GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y EFLUENTES SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS Y AGROINDUSTRIALES PARA SU VALORIZACIÓN AGRONÓMICA (PD I 518)



## Resultados obtenidos 2019 - 2022



# Estudio del impacto ambiental, gestión y tratamiento de residuos y efluentes sobre sistemas agropecuarios y agroindustriales para su valorización agronómica

**Resultados obtenidos 2019 - 2022**

## **Compiladores**

Karina García

Pablo Monetta

Pedro F. Rizzo

Nicolás Sosa

Brian Young



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
**Argentina**

# Prólogo

---

## *María Carolina Sasal*

Coordinadora PN Recursos Naturales y Gestión Ambiental

Este compendio da cuenta del accionar del INTA en la caracterización, gestión, tratamiento y valorización agronómica de residuos y efluentes generados en sistemas agropecuarios y agroindustriales. En forma expeditiva, y a través de 53 resúmenes, realiza un recorrido por más de 25 unidades, en las diferentes ecorregiones del país, que presentan resultados obtenidos entre 2019 y 2022.

La obra muestra los esfuerzos de investigación y extensión que impone la necesidad de tratar grandes cargas orgánicas, de patógenos y de potenciales contaminantes para evitar el deterioro ambiental. Se evaluaron producciones de pollo parrillero, gallinas ponedoras, feedlots, cerdos, tambo, residuos agroindustriales olivícolas, vitícolas, de frutas y de hortalizas, así como aguas tratadas residuales de diferentes orígenes.

Para tratar estos subproductos, distintas tecnologías se desarrollaron y pusieron a prueba. Cada una de ellas tiene una ingeniería de proceso determinada, con manejos, costos de implementación y complejidades diferentes. Entre otras, se evaluaron compostaje, pirólisis, pilas de calentamiento, filtración, biodigestión. Todas estas tecnologías, son monitoreadas en sus variables críticas permitiendo garantizar que el producto final del tratamiento tenga un valor biológico y ambiental superior al mero empleo de la materia orgánica cruda. Así, el INTA pone en evidencia que es posible reciclar excedentes y paralelamente mejorar la provisión de energía y aportar nutrientes y carbono para la producción agrícola. Finalmente, este trabajo no sólo brinda una visión integral del trabajo del INTA en relevamientos de biomasa, caracterización fisicoquímica y

valoración ambiental y agronómica de los residuos y efluentes, sino que pone en valor las capacidades institucionales en estas temáticas. En un amplio espectro de abordajes, se presentan desde resultados de encuestas con actores de la producción y relevamientos a nivel regional de generación de biomasa, hasta trabajos de alta complejidad como la selección en laboratorio de cepas para degradar determinados tipos de residuos. Además, todos los trabajos señalan la perspectiva, indicando hacia dónde deberían continuar estas líneas de investigación. También, brindan los contactos de quienes llevan adelante los estudios en diferentes sitios del país para que quienes tengan interés puedan solicitar profundizar la información, o bien para facilitar la vinculación para la elaboración de futuros proyectos o la identificación de oportunidades de articulaciones público-privadas.

# Introducción

---

*Karina García, Pablo Monetta, Pedro Rizzo,  
Nicolás Sosa, Brian Young*

La intensificación productiva genera un incremento exponencial de residuos orgánicos (RO) y efluentes (EF) en sistemas agropecuarios y agroindustriales. Estos RO y EF presentan una composición compleja y altamente variable, pudiendo resultar potenciales contaminantes si los mismos no son tratados o manejados correctamente. El rol del suelo como transformador de RO y EF y como fuente/sumidero de sustancias potencialmente nocivas para el ambiente, es cada vez más reconocido como una de las claves para el desarrollo sustentable. La cantidad y calidad de RO y EF de diversos orígenes que reciben los suelos de la Argentina se ha modificado de manera importante en los últimos años, tanto por los cambios en el uso y manejo de la tierra en la mayor parte de los territorios, como por el uso de residuos agroindustriales y provenientes de producciones pecuarias intensivas. Estos cambios pueden producir importantes consecuencias sobre los RRNN. El ciclo biogeoquímico de nutrientes y contaminantes, la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la calidad de aguas superficiales y subterráneas, son aspectos a tener en cuenta a la hora de mantener la sustentabilidad ambiental y económica de los sistemas productivos. Con la finalidad de aprovechar los RO y EF de diversos orígenes y mantener o mejorar las propiedades de los suelos relacionadas con la productividad, minimizando el impacto ambiental, se planteó como objetivo general del proyecto el estudio integral del impacto ambiental de residuos y efluentes sobre sistemas agropecuarios y agroindustriales y la evaluación de tecnologías de tratamiento que permitan optimizar su gestión y su valorización agronómica.

El desarrollo del proyecto se sustentó en la aplicación de estrategias metodológicas para generar información sobre el impacto ambiental de RO y EF aplicados en agroecosistemas, en la validación de tecnologías para su tratamiento en distintos sistemas y escalas productivas, y su valoración agronómica, permitiendo de esta manera, el fortalecimiento de las relaciones institucionales en áreas de incumbencia al proyecto (público-público, público-privado), facilitando así, la toma de decisiones.

Las actividades desarrolladas incluyeron la consolidación de resultados obtenidos previamente y la investigación sobre experimentos a campo (escala real) y laboratorio, que se realizaron sobre una amplia gama de variaciones edafoclimáticas del país.

Una correcta gestión integral de RO y EF sobre sistemas agropecuarios y agroindustriales, con certificación y trazabilidad de productos, permitirá acceder a nuevos mercados internacionales. La presente publicación tiene por finalidad compartir los resultados de las investigaciones realizadas desde octubre de 2019 a junio de 2022 por los participantes del proyecto. Los trabajos del libro se dividen en 3 capítulos, correspondientes a las áreas temáticas de las investigaciones abordadas: “Impacto/Caracterización”, “Tecnología de tratamiento” y “Uso agronómico”. Dentro de cada uno, los trabajos se presentan ordenados de acuerdo al origen de los efluentes y/o residuos trabajados.



# Índice

## IMPACTO / CARACTERIZACIÓN

Análisis de la presencia y dinámica de drogas veterinarias en la cama de pollo.	09
Diagnóstico ambiental de una microcuenca de la región núcleo avícola de parrilleros de Entre Ríos.	11
Evaluación de gases contaminantes en galpones de pollos parrilleros durante el manejo y tratamiento de la cama de pollo.	13
Adición de un inhibidor de la nitrificación al efluente líquido de tambo para mitigar la emisión de N <sub>2</sub> O.	15
Cuantificación y caracterización del estiércol que queda depositado en un tambo de ordeño voluntario (VMS).	17
Estudio de infiltración y estratificación de propiedades químicas en suelo de corrales de feedlot.	20
Caracterización de efluentes porcinos y gestión agronómica de residuos pecuarios.	22
Evaluación de la calidad de digeridos de plantas de biogás operativas para su valorización agronómica.	24
Generación de residuos pecuarios en el departamento General López. Su importancia en el manejo y destino final.	27
Relevamiento de producción de digeridos de plantas de biogas en Argentina.	30
Toxicidad de residuos y efluentes crudos y tratados sobre organismos acuáticos y terrestres y dinámica de contaminantes.	32
Análisis del marco legal sobre residuos pecuarios en Río Negro y Neuquén.	34
Diagnóstico ambiental de los efluentes agroindustriales generados en el valle central Antinaco–Los Colorados, La Rioja.	36



# Índice

---

Propiedades del digerido de orujo de manzana como biofertilizante.	38
Uso productivo del suelo periurbano: parques agrarios agroecológicos como sistema territorial y herramienta de gestión ambiental	40
Caracterización de los restos vegetales de la limpieza del canal principal de riego del Alto Valle de Río Negro.	44

---

## TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO

Gasificación y pirólisis de cama de pollo.	46
Tratamiento y valorización de guano de gallinas ponedoras: una evaluación integral.	48
Estrategias de compostaje de cama de pollo en el cinturón hortícola de Mar del Plata.	52
Evaluación del tratamiento de autocalentamiento por apilado de la cama de pollos parrilleros.	54
Experiencias en compostaje de estiércol proveniente del barrido de corrales de feedlot.	56
Tratamiento de un digerido vacuno a través de un sistema de humedal artificial de flujo subsuperficial.	59
Tratamiento de la cama profunda mediante compostaje.	62
Evaluación de diferentes sistemas de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos generados en instalaciones de cama profunda.	64
Selección de bacterias esporuladas aerobias celulolíticas para aumentar la tasa de degradación de biomasa vegetal.	66
Evaluación del proceso de digestión anaeróbica a escala piloto con orujo de manzana como único sustrato.	69
Construcción de lecho filtrante con bio-carbón y plantas vetiver en Ituzaingó, Región Metropolitana de Buenos Aires	71

---



# Índice

---

Construcción de horno pirolizador para la elaboración de bio-carbón.	74
Elaboración de bio-carbón.	76
Gestión de subproductos de la extracción de aceite de oliva. Obtención de un abono orgánico líquido.	78
Corrección del PH del compost de corteza de pino con polvo de roca basáltica.	82

---

## USO AGRONÓMICO

Efecto del agregado de enmiendas en la estructura y en la mejora del ingreso de agua al suelo.	88
Utilización de purines de tambo como fertilizante en secuencia de cultivo maíz silo-ryegrass.	92
Utilización agronómica de purines de tambo.	95
El uso de purines de tambo recicla nutrientes y reduce las salidas gaseosas de nitrógeno.	98
¿Qué efectos sobre los cultivos y el suelo se detectaron aplicando dosis frecuentes de estiércol compostado de feedlot?	100
Uso de efluente en la estimulación de la microbiota del suelo y el manejo del carbón del maní ( <i>theaphora frezii</i> ).	103
Efecto de la aplicación de efluente porcino y fertilización mineral sobre la actividad microbiana del suelo.	106
Fertilización de cultivos florales en maceta con digeridos anaeróbicos porcinos.	108
Uso agronómico de digerido de cerdos.	110
Evaluación de un digerido porcino como fertilizante en un cultivo de frutilla bajo invernáculo.	112

---



# Índice

---

Fertilización con digerido en avena forrajera: su efecto sobre las propiedades del suelo y rendimiento.	115
Efectos del uso agronómico de efluente porcino en 5 campañas agrícolas.	117
Efecto de la incorporación de compostaje y contenido ruminal vacuno sobre distintas variables evaluadas en suelo y en plantas de tomate.	121
Evaluación de efluentes de una planta de faena de rumiantes como fertilizante en estaqueros de alamos.	124
Reutilización de carbonilla para producciones familiares.	126
Aplicación de compost en vid. Efecto sobre indicadores de calidad de suelos y productividad del cultivo.	128
Experiencias en abonado de suelos agrícolas y ganaderos con digerido en Santa Fe.	131
Evaluación de compost realizado a partir de lodos activados en el cultivo de cebada.	136
Implementación de estrategias de aprovechamiento de aguas residuales tratadas.	137
Uso de biosólidos en sistemas forestales de rápida rotación para producción de bioenergía.	140
Reutilización de aguas residuales tratadas (art) para riego de especies forrajeras y forestales en Ing. Jacobacci.	142

---

# Análisis de la presencia y dinámica de drogas veterinarias en la cama de pollo

## Introducción

El uso de la Cama de Pollo (CP) como fertilizante es una práctica habitual en planteos agrícolas y ganaderos extensivos y en cultivos intensivos. Las drogas veterinarias, incluidos los antibióticos (ATB), son sustancias ampliamente utilizadas en la avicultura y la proporción no absorbida por el ave o sus metabolitos pasan a formar parte de la CP con las deyecciones. Esta presencia residual genera riesgo de liberación al ambiente cuando la CP se utiliza como fertilizante. Además, la reutilización de las camas durante varios ciclos de engorde puede favorecer un aumento de las concentraciones de estos compuestos. A nivel local, hay escaso conocimiento de cuáles son los principales metabolitos presentes en la CP, cómo se comportan una vez liberados en el suelo, como se movilizan y si con un tratamiento térmico convencional como el auto-calentamiento por apilado, los mismos se pueden eliminar.

## Objetivos del trabajo

- Determinar cuáles son los principios activos veterinarios presentes en la CP y en qué concentraciones se hallan.
- Determinar en qué medida tratamiento térmico convencional modifica el contenido de los principios activos.
- Elaborar mapas de riesgos de contaminación con sustancias ATB.

## Metodología

1-Puesta a punto de la técnica de determinación de Antibióticos (ATB) residuales en CP y muestreo exploratorio en granjas comerciales.

Se realizó un muestreo sobre una granja de engorde de parrilleros del departamento Uruguay, provincia de Entre Ríos, para la puesta a punto

***Autores:** Natalia Almada<sup>1</sup>, Juan Martín Gange<sup>1</sup>, Emmanuel Gabioud<sup>2</sup>, Lucas Alonso<sup>3</sup>, Natalia Mórtola<sup>1</sup>, Corina Bernigaud<sup>1</sup>, Silvia Castillo<sup>4</sup>, Marcela Fernández<sup>4</sup>, Alejandra Fernández<sup>4</sup>*

*1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos), 2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- EEA Paraná (Entre Ríos) 3. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba (ICYTAC)-CONICET y Universidad Nacional de Córdoba; Facultad de Ciencias Químicas; Dpto. Química Orgánica. Av. Filloy s/n, 4. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales Universidad Autónoma de Entre Ríos.*

*Mail de autor principal:  
[gange.juan@inta.gob.ar](mailto:gange.juan@inta.gob.ar)*

de la técnica de detección de ATB. Posteriormente se realizó un muestreo en granjas de la zona núcleo de producción de Entre Ríos (Departamentos Uruguay y Colón), coordinado con seis empresas integradoras, alcanzando un total de 18 granjas (3 granjas por cada empresa). Se contó con la posibilidad de analizar 21 compuestos diferentes de familias representativas de la avicultura: Quinolonas, Ionóforos, Sulfonamidas, Macrólidos, Anfenicoles entre otras.

Quiero resaltar el esfuerzo y la dedicación de todos aquellos que han contribuido a la concreción de esta publicación. Esperamos que estos aportes ayuden a lograr una producción más sostenible desde el punto de vista económico, social y ambiental.

2-Determinación de la eficacia del auto calentamiento para la disminución de ATB en CP. Se realizaron tratamientos de auto calentamiento por apilado a campo (con cobertura y sin cobertura, con volteo y sin volteo) y dentro de un galpón comercial.

3- Análisis exploratorio mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), del potencial de contaminación de cuencas de Entre Ríos con antibióticos residuales en la cama de pollo. Con tecnología SIG se propuso generar un mapa de riesgo potencial de contaminación de cuencas en la provincia de Entre Ríos por la liberación y acumulación de antibióticos residuales en CP.

### Resultados obtenidos.

De los 21 compuestos analizados, 12 de ellos se encontraron en cantidades cuantificables. La carga total de ATB estuvo principalmente determinada por los Sifonóforos y la Tilosina utilizados en la dieta. Se mantuvieron reuniones con 5 de las empresas para analizar los resultados. Se continúa en la etapa de análisis de ATB para evaluar la eficacia del auto calentamiento.

Finalmente, se elaboraron los primeros cartogramas para la obtención de mapas de vulnerabilidad.

Se lograron dos convenios de Cooperación Técnica a saber:

- INTA CRER- Fac.Cs Químicas UNC
- INTA CRER –FHAYCS UADER / SA 28129

### Perspectivas futuras

- Completar las etapas analíticas y de elaboración de informes y publicaciones.
- Explorar la presencia de ATB en guano de gallinas ponedoras.

### Trabajos Presentados

[https://www.researchgate.net/publication/357769678\\_Comunicacion\\_-\\_Alonso\\_LL\\_2021](https://www.researchgate.net/publication/357769678_Comunicacion_-_Alonso_LL_2021)



Figura 1. Recolección de muestras de Cama de Pollo en galpón de pollos parrilleros.



Figura 2. Recolección de muestra de Cama de pollo en tratamiento de auto calentamiento por apilado a campo.

# Diagnóstico ambiental de una microcuenca de la región núcleo avícola de parrilleros de Entre Ríos

## Introducción

Durante las últimas décadas, los modelos de uso de la tierra se basaron en la intensificación productiva, postergando la preservación y conservación de los recursos naturales. Trabajos antecedentes muestran la necesidad de monitorear las cuencas con mayor densidad avícola y analizar las prácticas agropecuarias que se desarrollan sobre las mismas, más si tenemos en consideración que la provincia de Entre Ríos presenta relieve ondulado y numerosos cursos de aguas depositarios finales de la escorrentía natural o antrópica. En la microcuenca del A° El Overo, provincia de Entre Ríos, existen actualmente 29 granjas de engorde de pollos parrilleros, con una capacidad total de 1067189 aves, es decir una capacidad promedio de 36800 aves. El uso de la cama de pollo (CP) como fertilizante es una práctica habitual en planteos agrícolas y ganaderos extensivos y en cultivos intensivos, sin embargo, la aplicación continua y sin algunos recaudos incrementa el riesgo de contaminación.

## Objetivos

- Realizar un diagnóstico ambiental de la microcuenca del arroyo El Overo.
- Determinar el grado de afectación de la calidad del agua en función del uso de suelo y la utilización de CP.

## Metodología

La actividad se complementa con un Proyecto PIDAC UADER, Resolución CS N° 312-20.

1-Delimitación de la cuenca del A° El Overo utilizando sistemas de información geográfica (SIG): se realizó la definición de la red hidrográfica de la cuenca mediante las herramientas de digitalización aplicadas sobre el modelo digital de elevación (DEM)

*Autores: Natalia Soledad Almada<sup>1</sup>, Juan Martín Gange<sup>1</sup>, Elizabeth Ávila-Hernández<sup>2</sup>, Eduardo Chaves<sup>2</sup>, Irene Aguer<sup>2</sup>, Macarena Rein<sup>2</sup>, Gimena Paredes<sup>2</sup>, Silvia Castillo<sup>3</sup>*

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos),
2. Laboratorio de Indicadores Biológicos y Gestión Ambiental de Calidad de Agua, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos.
3. Licenciatura en Geografía. Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales. Universidad Autónoma de Entre Ríos.

*Mail de autor principal:*  
[almada.natalia@inta.gob.ar](mailto:almada.natalia@inta.gob.ar)

2-Generación de información socio ambiental de la cuenca: Se realizó un relevamiento a campo identificando y caracterizando posibles fuentes de contaminación en sitios aledaños al arroyo.

3-Calidad del agua del arroyo, determinación de parámetros físico-químicos y biológicos: Se definieron tres sitios de muestreo a lo largo del recorrido longitudinal del arroyo y se realizaron muestreos abarcando la variabilidad estacional anual. Los parámetros analizados fueron: pH, oxígeno disuelto, temperatura del agua, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales caudal y transparencia.

También se determinó DQO, Fósforo Total, Fósforo Reactivo Soluble, Nitrógeno Total y calidad microbiológica. Adicionalmente se relevaron datos meteorológicos e hidrológicos. En cada sitio se determinó la calidad de agua a partir de los macro invertebrados y se calculó el índice de Calidad de Rivera (ICR).

### Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos y evaluaciones realizadas, preliminares, inherentes al primer año, desde el aspecto físico-químico, microbiológico y biológico, estarían indicando que la calidad del agua del arroyo El Overo se encuentra entre regular y muy mala. Sin embargo, no se puede concluir que el impacto negativo se deba exclusivamente a los sistemas avícolas, ya que también se desarrollan otras actividades agropecuarias en las inmediaciones de los sitios de muestreo.

### Perspectivas futuras

- Socializar los resultados obtenidos con los productores de la cuenca.

### Trabajos presentados

Resultados parciales fueron publicados en jornadas organizadas por la Universidad de Buenos Aires y por la Universidad Autónoma de Entre Ríos, respectivamente.



Figura 1. Lectura *in situ* de parámetros físico-químicos con sondas multiparámetricas.



Figura 2. Recolección de muestras de macro invertebrados bentónicos.

# Evaluación de gases contaminantes en galpones de pollos parrilleros durante el manejo y tratamiento de la cama de pollo

## Introducción

La inadecuada gestión de la cama de pollo (CP), podría generar contaminaciones aéreas en las inmediaciones de los sistemas productivos. Entre otros compuestos, la CP tiene alto contenido de nitrógeno producto de las deyecciones de las aves y una parte del mismo, se volatiliza en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), alcanzando alta concentración en ambientes confinados y con escasa ventilación. Si esta condición se alcanza en los galpones de engorde, podría generar problemas de salud de los trabajadores y de las aves, afectando consecuentemente la producción.

Son escasos los estudios sobre las emisiones que se generan en estos sistemas intensivos a nivel local, en parte debido a que el manejo de la ventilación de los galpones modernos en general se rige con parámetros más sencillos de medir, como temperatura y humedad. Sin embargo, ya sea por la liberación a la atmósfera o por el impacto que puede tener sobre los trabajadores o sobre la producción, es necesario avanzar en la cuantificación de emisiones vinculadas a la avicultura intensiva. En este sentido, conjuntamente con la Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias de la Salud, se desarrolla un proyecto asociado a esta actividad (Convocatoria PID- UNER).

## Objetivos

- Evaluar las concentraciones de Dióxido de Nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), Dióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ), Ácido Sulhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Material particulado ( $\text{PM}_{2.5}$ ) y Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) en el ambiente de galpones de crianza de parrilleros y en las prácticas vinculadas al manejo y tratamiento de la cama de pollo (puntualmente se estudió la técnica de apilado de CP por auto calentamiento).

**Autores:** Natalia Soledad Almada <sup>1</sup>, Juan Martín Gange <sup>1</sup>, Emanuel Caluva <sup>1</sup>, Irma Corina Bernigaud <sup>1</sup>, Natalia Mórtola <sup>1</sup>, Juan Manuel Cantet <sup>1,2</sup>, Emiliana Orcelet <sup>2</sup>.

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos), 2. Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER)

**Mail de autor principal:**

[almada.natalia@inta.gob.ar](mailto:almada.natalia@inta.gob.ar)

## Metodología

- 1- Relevamiento y análisis de información primaria y secundaria.
- 2- Coordinación de actividades con una empresa integradora local y con la empresa que brinda el servicio de “apilado” de la CP (tratamiento térmico por auto calentamiento).
- 3- Identificación y caracterización de las prácticas de manejo de la cama de pollo.
- 4- Toma de muestras de cama de pollo para determinaciones microbiológicas y fisicoquímicas.
- 5- Medición in situ de humedad y pH.
- 6- Medición de calidad de aire, tanto en el interior de las naves de cría en 3 puntos, como en el exterior, durante un periodo de 20 minutos cada una. Los parámetros determinados fueron  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{NH}_3$  durante el manejo de la CP.

7- Desarrollo de un equipo con sensores y datalogger de bajo costo para el monitoreo de  $\text{NH}_3$ , temperatura y humedad ambiente.

### Resultados obtenidos

Hasta el momento se encontró una variación en el porcentaje de humedad al inicio y al final del tratamiento por auto calentamiento, y una disminución de enterobacterias asociadas al tratamiento, mientras que los otros parámetros, presentaron mayor dispersión.

El amoníaco presenta variaciones en su concentración ambiental comparando inicio y el final tratamiento, siendo menor hacia el final. Asimismo, la ubicación y condición del punto de muestreo afecta los valores; generalmente no se detecta afuera del galpón y si dentro de la nave, aumentando la concentración con las cortinas cerradas que impiden su fuga. En cuanto a  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  y  $\text{PM}_{2.5}$ , presentan valores o patrones similares en los diferentes puntos de muestreo y días de medición, y con lo relevado hasta el momento no se observa una repetición o coincidencia con las diferentes etapas del tratamiento.

Finalmente, se avanzó en la calibración de un equipo de bajo costo para la medición de amoníaco que permitiría almacenar datos a lo largo del tiempo y monitorear la evolución de las concentraciones de dicho compuesto.

### Perspectivas futuras

- Finalizar la calibración del equipo de detección de amoníaco y almacenamiento de datos de bajo costo, que permita monitorear procesos completos (por ejemplo, una crianza de pollos).
- Socializar los resultados y discutir con la industria las mejores prácticas, en términos de la salud de los trabajadores y de las aves.



**Figura 1.** Datalogger desarrollado para el monitoreo de  $\text{NH}_3$ , temperatura y humedad ambiente del galpón.

## Adición de un inhibidor de la nitrificación al efluente líquido de tambo para mitigar la emisión de N<sub>2</sub>O

Para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos será necesario aumentar los rendimientos de los cultivos, esto implicará entre otras cosas aumentar el uso de fertilizantes nitrogenados. Una alternativa a los fertilizantes sintéticos tradicionales son las enmiendas orgánicas, como el efluente líquido de tambo (ELT). Sin embargo, si las condiciones del suelo son inadecuadas una parte del nitrógeno (N) aplicado se pierde por volatilización de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Sumado a esto, cuando el N aplicado no es tomado por las plantas, queda disponible para ser utilizado por los microorganismos productores de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) un gas de potente efecto invernadero. Las pérdidas de N por volatilización de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y emisión de N<sub>2</sub>O disminuyen el N disponibles para las plantas. El N<sub>2</sub>O se produce en el suelo por los procesos de nitrificación y de desnitrificación. Los inhibidores de la nitrificación son un grupo de compuestos químicos que suprimen el proceso de nitrificación y, por lo tanto, el pasaje de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). La menor concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> disminuye el sustrato para la desnitrificación. Disminuir las pérdidas de N<sub>2</sub>O desde los suelos agropecuarios es clave para una producción sostenible. Para ello, se evaluó el efecto de la aplicación conjunta de un inhibidor de la nitrificación (el DCD) al ELT previo a la aplicación al suelo como fertilizante. Se realizó un ensayo a campo en el cual se midió la emisión de N<sub>2</sub>O durante 49 días después de la aplicación de los tratamientos ELT, ELT con DCD (DCD) y Control (C, sin agregado de nitrógeno). En los tratamientos con aplicación de nitrógeno se aplicó un equivalente a 120 kg de N/ha. La emisión de N<sub>2</sub>O acumulada durante los 49 días que duró el ensayo fue 526, 237 y 174 g N-N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> desde el suelo con aplicación de ELT, DCD y C respectivamente. Es decir, la emisión de N<sub>2</sub>O del suelo con aplicación de ELT fue tres veces mayor que la emisión de N<sub>2</sub>O desde el suelo C. Mientras que la emisión de N<sub>2</sub>O del suelo con aplicación de

**Autores:** Vanina Cosentino<sup>1,2</sup>, Romina Romaniuk<sup>1</sup>, Natalia Mortola<sup>1</sup>, Edit Otero Estrada<sup>1</sup>, Nicole Martinek<sup>3</sup>, Marcelo Beltran<sup>1</sup>, Alejandro Costantini<sup>1,3</sup>, Silvia Imohff<sup>2</sup> y Miguel Taboada<sup>3</sup>

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigación de Recursos Naturales, Instituto de Suelos, Buenos Aires, Argentina.

2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

3. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

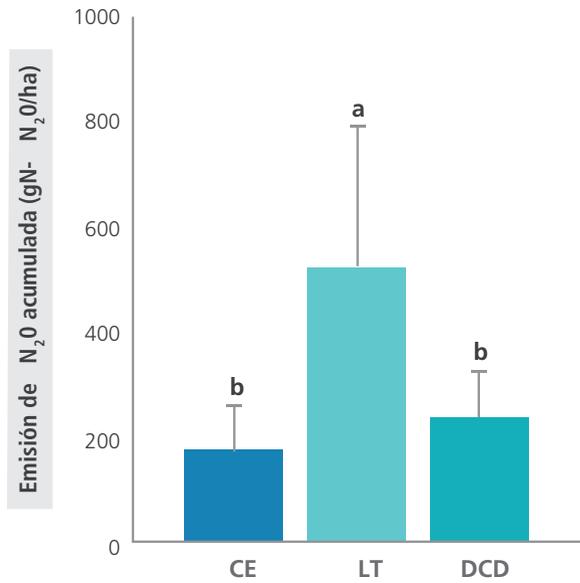
4. Facultad Ciencias Agrarias (UNL), Kreder 2805, Esperanza, (S3080HOF), Argentina

**Mail del autor principal:**

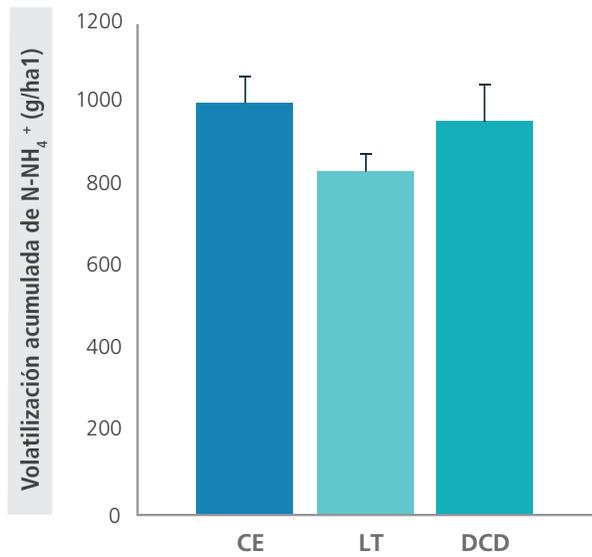
[cvanina@agro.uba.ar](mailto:cvanina@agro.uba.ar)

[cosentino.vanina@inta.gob.ar](mailto:cosentino.vanina@inta.gob.ar)

DCD fue 1.37 veces mayor que la del suelo C (Figura 1). No hubo diferencias en la volatilización de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> acumulado (Figura 2). El rendimiento de la pastura a los 149 fue mayor en el tratamiento DCD, seguido de C y ELT (Figura 3). De acuerdo con nuestros resultados, la aplicación conjunta de ELT con DCD demostró ser una alternativa efectiva para aumentar el rendimiento de una pastura y disminuir la emisión de N<sub>2</sub>O sin aumentar la volatilización de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Es decir que la incorporación de DCD al ELT al momento de su aplicación al suelo podría ser una alternativa válida de manejo de los efluentes tendiente a reducir las pérdidas de N por emisión de N<sub>2</sub>O. Son necesarios más estudios para verificar el efecto en un tiempo mayor y en otras situaciones climáticas.

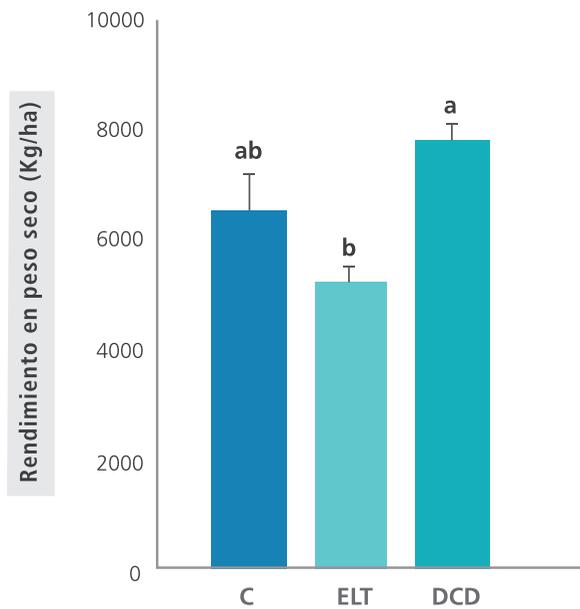


**Figura 1:** Emisiones acumuladas de N<sub>2</sub>O en el suelo control (C) y luego de la aplicación del efluente líquido de tambo (ELT) y efluente líquido de tambo más el inhibidor (DCD) a los 49 DDA, distintas letras corresponden a diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.



**Figura 2:** Volatilización de acumulada de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg/m<sup>2</sup>·h)

- Generator: Adobe Illustrator 24.3.0, SVG Export Plug-In -->  
 <svg version="1.1" xmlns="http://www.w3.org/2000/svg" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" x="0px" y="0px" width="17.04px" height="188.88px" viewBox="0 0 17.04 188.88" style="overflow:visible;enable-background:new 0 0 17.04 188.88;">



**Figura 3:** Rendimiento de la pastura en el suelo control (C) y luego de la aplicación del efluente líquido de tambo (ELT) y efluente líquido de tambo más el inhibidor (DCD) a los 149 DDA, distintas letras corresponden a diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos.

# Cuantificación y caracterización del estiércol que queda depositado en un tambo de ordeño voluntario (VMS)

## Introducción

Argentina inició, desde hace algunos años, un acelerado proceso de intensificación de la producción de leche. Los indicadores más relevantes de este proceso son el crecimiento del tamaño de los rodeos por tambo, y la reducción de la cantidad de tambos, por lo que, la producción se mantiene relativamente estable. A su vez, los establecimientos más grandes se hacen cada vez más eficientes gracias a la incorporación de tecnología y equipamiento. Una de las herramientas tecnológicas incorporada durante los últimos años ha sido la robotización mediante los sistemas de ordeño voluntario (VMS – “Voluntary Milking System”), también conocidos como “Tambos Robots”, que llevan más de veinte años de historia en el mundo. En Argentina el primero ha sido instalado en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela del INTA en el año 2015. El término “voluntario” se aplica porque los animales pueden elegir en qué momento y con qué frecuencia son ordeñados, lo que hace que el intervalo entre ordeños sea variable entre vacas y dependa de la voluntad de la vaca de ser ordeñada, por lo cual, circulan a voluntad por la instalación durante las 24 horas del día lo que conlleva a una deposición constante de estiércol y orina y por ende a un mayor requerimiento de limpieza aumentando la generación de efluentes. Lógicamente, al momento de la instalación de este sistema, no existían datos locales acerca de la generación de residuos y efluentes en un VMS instalado en un sistema pastoril.

## Objetivos del trabajo

- Cuantificar y caracterizar los efluentes y estiércol generado en las instalaciones de un sistema de ordeño voluntario.

*Autores: Karina García<sup>1</sup>, Macarena Córdoba<sup>2</sup>, Mónica Gaggiotti<sup>1</sup>, Miguel Taverna<sup>1</sup>*

*1.EEA INTA Rafaela; 2.Fac. Ciencias Agrarias, UNL.*

*Mail del autor principal:  
[garcia.karina@inta.gob.ar](mailto:garcia.karina@inta.gob.ar)*

## Metodología

Se establecieron 2 momentos de muestreo diarios, que corresponden al instante previo a 2 de los 3 lavados por flushing que se realizan diariamente de todo el piso de la instalación. De esta forma se tuvo contemplado lo generado durante la noche (muestreo de la mañana) y lo acumulado durante el transcurso de la mañana (muestreo del mediodía). Los muestreos se realizaron entre los meses de mayo a diciembre, de manera que abarquen épocas de otoño - invierno y de primavera – verano, que permitan además, evidenciar si existen diferencias en la cantidad de estiércol que queda depositada en la instalación, ya que depende directamente del movimiento animal, el cual está condicionado fuertemente por las condiciones climáticas y por los permisos de ordeño que se les da a los animales en función de la época del año de la que se trate. La frecuencia de muestreo fue semanal. Se tomaron submuestras independientes dentro del corral, para luego estimar la cantidad total de estiércol generado. Los puntos de muestreo fueron distribuidos al azar dentro de todo el corral, tomando 10 puntos por cada día de muestreo. Para la toma de submuestras se utilizó un cuadrado metálico de muestreo (muestreador), de 50 cm x 50cm, abarcando una superficie equivalente a 0,25m<sup>2</sup> y recogiendo y pesando in situ

todo el estiércol encerrado dentro del muestreador en cada punto. La recolección de todos los puntos permitió obtener una distribución de pesos con un  $n = 10$ , identificados espacialmente y estimar así, la generación total de estiércol. La composición físico-química del estiércol fue obtenida a partir de una muestra compuesta a partir de las 10 submuestras extraídas en cada día de muestreo. Los parámetros analizados fueron materia seca (MS), materia orgánica (MO), nitrógeno total (NT), fósforo total (PT), pH, y conductividad eléctrica (CE). Por cada día de muestreo, se tomaron también muestras compuestas del efluente líquido que se genera cuando se realiza el lavado del estiércol mediante flushing.

## Resultados obtenidos

Teniendo en cuenta la cantidad de vacas en ordeño durante todo el período de muestreo, y los

valores diarios pesados, se obtuvo un valor de generación de estiércol diario dentro de toda la instalación de ordeño (sector de ordeño -SO, de espera -SE y comederos -CO), de  $24 \pm 4$  kg/VO. Es importante aclarar que, si bien el valor informado es un promedio, los valores obtenidos presentaron una gran variabilidad en los diferentes meses de medición, aunque no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) mediante el análisis de la varianza con test de LSD Fisher. Se realizó también el test de Friedman a fin de detectar diferencias en la generación de estiércol entre los tres sectores, donde si bien hubo diferencia entre sectores, estas no llegaron a ser significativas.

La caracterización del estiércol que queda depositado en los pisos de la instalación, se presenta en la **Tabla 1**, y del efluente líquido resultante luego del lavado por flushing, en la **Tabla 2**.

**Tabla 1:** Caracterización del estiércol que queda depositado en los pisos de la instalación de ordeño previo a su limpieza por flushing.

	MS(%)	MO (%MS)	NT (%MS)	PT (%MS)	pH	CE (uS/cm)
<b>PROMEDIO ± DESVÍO</b>	13,34 ± 3,69	82,17 ± 2,09	2,15 ± 0,52	0,28 ± 0,26	7,39 ± 0,73	919,5 ± 139,2

**Tabla 2:** Caracterización del efluente líquido que es generado mediante la limpieza de pisos de la instalación de ordeño por flushing.

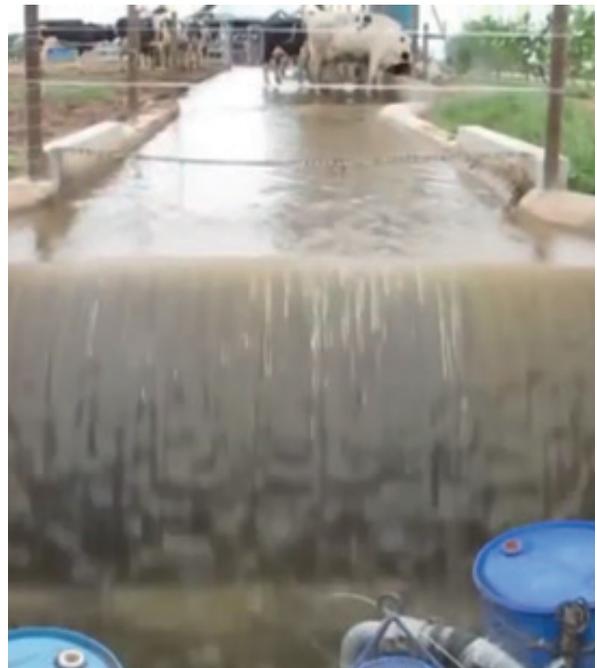
	MS (%)	MO (mg/100 mL)	NT (mg/100 mL)	PT (mg/100 mL)	pH	CE (mS/cm)
<b>PROMEDIO ± DESVÍO</b>	13,34 ± 3,69	82,17 ± 2,09	2,15 ± 0,52	0,28 ± 0,26	7,49 ± 1,21	4,74 ± 0,68

## Perspectivas futuras

Continuar realizando evaluaciones tanto de cuantificación como de caracterización de los sólidos (estiércol) y efluentes que brinden información detallada y actualizada de este tipo de sistemas de ordeño, teniendo en cuenta que, durante los últimos años, viene creciendo rápidamente la instalación de sistemas VMS. Por lo tanto, contar con información de este tipo, permitirá no solo diseñar sistemas de tratamiento más eficientes, sino también, planificar y estimar acertadamente su utilización agronómica a través del recupero de nutrientes.



**Figura 1.** Estiércol que queda depositado en diferentes sectores de la instalación del sistema de ordeño voluntario.



**Figura 2.** Cámara de almacenamiento temporario que recibe y colecta el efluente generado por la limpieza por flushing.

# Estudio de infiltración y estratificación de propiedades químicas en suelo de corrales de feedlot

## Introducción

La acumulación de estiércol de ganado vacuno sobre la superficie de los corrales y la deficiente y escasa limpieza de corrales en actividades de feedlot pueden afectar la calidad de agua superficial y subterránea. Por otro lado, el pisoteo animal y las lluvias promueven interacciones del estiércol con el suelo y la atmósfera generando así un estrato orgánico en la superficie del mismo, seguido por una interfaz estiércol-suelo (auto-sellada) y por debajo el suelo nativo. Es escasa la información local que cuantifique la tasa de infiltración en corrales, la estratificación de algunos parámetros químicos de suelo y si estas variables difieren según la posición del corral y su intensidad de uso.

## Objetivos del trabajo

- Monitorear la infiltración básica y acumulada en corrales con escasa historia de uso (menos de cinco años)
- Cuantificar algunas propiedades químicas de suelo hasta los 100 cm de profundidad, en tres posiciones del corral contrastante.

## Metodología

El experimento se llevó a cabo en la EEA INTA Gral Villegas en octubre de 2021. El feedlot cuenta con 24 corrales de 60 m \* 6 m cada uno (corrales experimentales, Cexp) y tres corrales de 60 m \* 50 m cada uno (corrales comerciales, Ccom). Para la medición de infiltración básica (mm h<sup>-1</sup>) y acumulada (mm) se definieron estaciones de muestreo, conformadas entre ocho-nueve anillos (estación de muestreo) atravesando el largo de cada corral, desde el comedero hacia el fondo. Se establecieron tres estaciones de muestreo en tres Cexp, dos estaciones de muestreo en dos Ccom y tres en una situación testigo (T) de referencia. Se utilizó el método del anillo simple y la medición se reali-

*Autores: Marianela Diez<sup>1</sup>, Mirian Barra-co<sup>1</sup>, Cecilia Sardiña<sup>1</sup>*

*1. Estación Experimental Agropecuaria INTA General Villegas, General Villegas, Buenos Aires, Argentina.*

*Mail del autor principal:  
[diez.marianela@inta.gob.ar](mailto:diez.marianela@inta.gob.ar)*

zó hasta los 90 min. Para evaluar la estratificación de algunos parámetros de suelo en la capa de 0-100 cm se seleccionaron seis corrales y se definieron tres posiciones dentro de cada corral: comedero [C], medio [M] y fondo [F] y una situación testigo [T] (lote agrícola localizado fuera de los corrales). Los seis corrales se diferencian por la relación superficie/animal; es decir tres corrales permiten alojar hasta 120 animales (Ccom) mientras que los otros tres hasta 12 animales (Cexp). A su vez el tiempo de ocupación difiere entre corrales, los Cexp están ocupados entre 4-6 meses al año mientras que los Ccom entre 6-8 meses. En cada posición se extrajeron muestras de suelo cada 20 cm hasta los 100 cm y las variables edáficas analizadas fueron: conductividad eléctrica (CE, dS m<sup>-1</sup>), pH, MO (g kg<sup>-1</sup>), P extractable (Pe, mg kg<sup>-1</sup>) y nitratos (NO<sub>3</sub>, mg kg<sup>-1</sup>). Cada muestra estuvo compuesta por 3 sub-muestras.

## Resultados obtenidos

Las mediciones de infiltración, tanto básica como acumulada, fue distintas en las tres situaciones, es decir el T infiltró 170,5± 13 mm h<sup>-1</sup> y 273± 20 mm, el Cexp 34± 6,3 mm h<sup>-1</sup> y 63± 9 mm, y el Ccom 9,9± 7 mm h<sup>-1</sup> y 26,8± 11 mm, respectivamente. Es decir, los corrales de mayor

relación sup/animal tuvieron una menor infiltración, pudiendo explicarse por una mayor compactación y/o auto sellado de la interfaz estiércol-suelo, limitando los flujos de agua y movimientos de solutos en profundidad. Respecto a las variables químicas de suelo evaluadas en 0-100 cm: resultaron mayores en los primeros 0-20 cm de perfil de suelo y fueron disminuyendo en profundidad. En relación a la CE, en Ccom se alcanzaron valores superiores a los alcanzados en Cexp. El valor máximo registrado fue de 19 dS m<sup>-1</sup> (Ccom) en 0-20 cm y el mínimo de 7 dS m<sup>-1</sup> en la posición F del Cexp. En T se registró un valor menor a 1 dS m<sup>-1</sup> en todas las profundidades de suelo. Respecto al pH, los valores fueron diferentes entre tratamientos hasta los 80 cm. La situación T presentó un pH entre 5,5-6,6 en los 100 cm de profundidad, mientras que en la situación de corrales el rango fue entre 6,7-8,6, independientemente de la posición del corral en estudio. Los tratamientos tuvieron incidencia sobre la MO hasta los 60 cm. Los valores de MO disminuyeron en profundidad, concentrándose en los primeros 20 cm, y siendo mayor en C Ccom (100 g kg<sup>-1</sup>). La posición C alcanzó un 52% más de MO respecto de M y F en los primeros 20 cm de profundidad de suelo y esto podría estar relacionado con una posible mayor acumulación de restos de comida en las adyacencias de los comederos. En T sólo se registró 24 g kg<sup>-1</sup> de MO. Hubo efecto del corral sobre los contenidos de Pe en todas las profundidades de suelo diferenciándose el T del resto. En la posición C tanto de Cexp como Ccom se registró la mayor concentración de Pe en 0-20 cm (178±21,3 mg kg<sup>-1</sup> y fue similar. En profundidad se observó una mayor concentración de Pe en Cexp respecto de Ccom. El valor mínimo de Pe alcanzado correspondió al tratamiento T en todas las profundidades. En corrales se concentraron 109, 61, 31, 15, y 23 mg kg<sup>-1</sup> más de Pe respecto al T para 20, 40, 60, 80 y 100 cm respectivamente. Los Cexp fueron los que más nitratos acumularon en los 100 cm de suelo y hasta los 60 cm se registraron concentraciones por encima de 100 ppm en C Cexp, lo cual indica movimiento de nitratos en profundidad cercano al comedero. En líneas generales a igual profun-

dididad se observó mayor concentración de NO<sub>3</sub> en T y C Cexp, M Cexp y F Cexp y esa diferencia fue significativa respecto a los Ccom. A los fines de este experimento y de un único momento de evaluación se concluye que hubo incidencia del corral de feedlot en las propiedades químicas de suelo estudiadas en todas las posiciones evaluadas. Esa incidencia fue mayor en los primeros 20 cm de profundidad de suelo. En la posición C hubo mayor concentración de Pe, de sales y mayor aporte de MO, respecto de la posición M y F. En relación a nitratos en los Ccom donde se midió una menor infiltración se registraron menores concentraciones de nitratos lo cual nos indicaría la importancia y función del auto-sellado de la capa de interfaz estiércol-suelo como barrera al movimiento de solutos y nutrientes en profundidad.

### Perspectivas futuras

- Con este estudio se logró evidenciar que las variables químicas difieren según la posición del corral. A futuro se continuarán realizando mediciones de infiltración y estratificación en corrales de feedlots comerciales del Noroeste Bonaerense con carga animal superior a la evaluada en este experimento y en corrales con historia de uso contrastante (< 10 años y > de 20 años) para detectar el efecto del tiempo de uso sobre las propiedades químicas estudiadas.

## Caracterización de efluentes porcinos y gestión agronómica de residuos pecuarios

La correcta gestión de residuos pecuarios permite una valorización agronómica de los mismos en suelos agrícolas, y minimizar impactos ambientales negativos por una inadecuada utilización. Para evaluar la misma, se plantearon como objetivos caracterizar física y químicamente los efluentes porcinos en el sur-este de la Provincia de Córdoba, y determinar el impacto de distintas prácticas agronómicas (dosis, formas y momentos de aplicación) de residuos pecuarios sobre cultivos agrícolas extensivos (maíz, soja, trigo y pasturas). Para las caracterizaciones de los efluentes, se realizaron muestreos en establecimientos confinados. También se realizaron sobre muestras recibidas en el laboratorio, extraídas por el propio productor. Se determinaron los parámetros exigidos por la Res 29/17 de la Secretaria de Ambiente (Córdoba). Para los experimentos sobre uso agronómico se evaluaron dosis en función de los requerimientos de nitrógeno de los distintos cultivos, aplicando efluente porcino, compost de cama profunda porcina, fracción sólida de efluente porcino o compost avícola. Se realizó el seguimiento sobre variables químicas y/o microbiológicas de suelo, y productividad de los distintos cultivos. Los resultados pre-liminares de la caracterización de efluentes porcinos, sobre una base de datos de aproximadamente 20-53 datos (dependiendo la variable), evidenció una alta heterogeneidad en su composición, dependiendo la categoría animal (maternidad, recria, engorde), estabilización (crudo, estabilizado en lagunas), entre otras variables. Se corroboró que un alto porcentaje del nitrógeno total está presente como nitrógeno en forma amoniacal. Esta forma de nitrógeno es susceptible a perderse por volatilización al momento de su uso agronómico. Sin embargo, si se emplean buenas prácticas agronómicas, este nitrógeno estará disponible para los cultivos agrícolas por medio

**Autores:** Vanesa Pegoraro<sup>1</sup>, Georgina Velez<sup>1</sup>, Luciano Pereyra<sup>1</sup>, Jimena Ortiz<sup>1</sup>, Tomás Baigorria<sup>1</sup>, Mariana Maury<sup>1</sup>, Emilia Balbi<sup>1</sup>, Fernando Flores<sup>1</sup>, Pablo Belluccini<sup>1</sup>, Patricio Marelli<sup>1</sup>, Ruben Zaravalle<sup>1</sup>, Carlos Galarza<sup>1</sup>, Claudio Lorenzon<sup>1</sup>.

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Área Suelos, Producción y Protección Vegetal. Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

**Mail del autor principal:**  
[pegoraro.vanesa@inta.gob.ar](mailto:pegoraro.vanesa@inta.gob.ar)

del proceso de nitrificación. También, presentó una elevada conductividad eléctrica y alto contenido de sodio, limitante para sus aplicaciones al suelo. Por tal motivo, se deben respetar las dosis de aplicación y monitorear la calidad del suelo. Para eso se realizaron ensayos agronómicos, con diferentes residuos ganaderos, donde se encontró que las aplicaciones de efluente porcino pueden sustituir total o parcialmente las fertilizaciones minerales e incrementar o mantener los rendimientos de los cultivos. Mientras que, los residuos sólidos tienden a comportarse como una enmienda orgánica, incrementando las fracciones lábiles del C y N, y las actividades biológicas del suelo. A partir de estos resultados, se prevé continuar con muestreos de efluentes porcinos y tambo para evaluar eficiencias en sistemas de tratamiento y presencia de microorganismos patógenos. Como así también, realizar muestreos de suelo, en situaciones reales que realicen uso agronómico, y evaluar la calidad físico, química y microbiológica de los suelos, en la Provincia de Córdoba.



**Figura 1.** Muestreo de efluente porcino en laguna de estabilización con sonda Sludge Judge HACH.



**Figura 2.** Aplicación de fracción sólida de efluente porcino, previo a la siembra de maíz (con medición de ancho de distribución y de trabajo).



**Figura 3.** Soja con aplicación de efluente porcino, diferentes dosis, comparado con fertilizante mineral.

# Evaluación de la calidad de digeridos de plantas de biogás operativas para su valorización agronómica

## Introducción

El proceso de digestión anaerobia de residuos orgánicos, además de generar biogás como energía renovable, produce un efluente semi-líquido denominado digerido, el cual consiste en una mezcla de biomasa microbiana, material no biodegradable y productos metabólicos provenientes del proceso de degradación. Comúnmente en las plantas de biogás, el digerido puede ser tratado por un sistema de separación, el cual permite generar un digerido sólido (DS) y un digerido líquido (DL). La composición, manejo y gestión de estas fracciones del digerido pueden ser muy distintas.

La falta de una regulación que permita la inclusión de este producto como biofertilizante limita su aprovechamiento y conduce a una desvalorización de sus potencialidades. A través de la Resolución 19/2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, se dió un marco nacional a la aplicación del digerido para su valorización agronómica, donde se establecen ciertos criterios de calidad: libre de patógenos, estable, sin toxicidad, y rico en materia orgánica (MO). En el marco de la actividad propuesta en el proyecto PD-1518, se evaluaron las propiedades que presentan los digeridos de origen ganadero en sus tres formas que pueden ser producidas (digerido sin separar o crudo= DC, DS y DL), a fin de determinar sus potencialidades y posibles limitaciones para ser utilizados en agricultura como biofertilizante. Los estudios comparativos entre los distintos orígenes y las distintas formas de los digeridos se encuentran enmarcados en la tesis de Natalia Peñuela de la Maestría en Ingeniería Sanitaria de la FIUBA. En este compilado del proyecto se mostrará un resumen de los resultados presentados como trabajo extendido en el Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo 2022.

**Autores:** Patricia Bres<sup>1</sup>, María Eugenia Beily<sup>1</sup>, Natalia Peñuela<sup>2</sup>, Nicolás Riera<sup>1</sup>

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. Laboratorio de Transformación de Residuos. Nicolas Repetto y de los Reseros s/n. Hurlingham (1686). Prov. Buenos Aires.
2. Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería Sanitaria. Instituto de Ingeniería Sanitaria. Paseo Colón 850. CABA.

**Mail del autor principal:**  
[bres.patricia@inta.gob.ar](mailto:bres.patricia@inta.gob.ar)

## Materiales y métodos

Se recolectaron y analizaron muestras de digeridos de tres plantas de biogás de gran escala que procesan estiércoles de producciones ganaderas intensificadas: porcino (DCP, DLP, DSP), tambo (DCT, DLT, DST) y vacuno de feedlot (DCV, DLV, DSV). Se determinaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos incluidos en las normas de referencia RES 19/2019 y RES 1/2019. Los DL fue comparados con la norma técnica de aplicación de digerido para uso agrícola RES 19/2019 y para los DS, considerando que el principal destino es su uso como enmienda, se utilizó como referencia el marco normativo de compost RES 1/2019 (Resolución Conjunta- SAyDS y SENASA).

## Resultados y discusión

En relación a las características generales para los DL, se observaron pH alcalinos para los tres DL (7,77 en promedio), conductividad eléctrica (CE) elevada, baja concentración de materia seca (MS < 6%), alto contenido de materia orgánica (MO= 65,6 % en promedio), y baja relación de C/N (<11). Para los DS, se observaron pH alcalinos (8,8 en promedio) y alto contenido de humedad (77,6 % en promedio), superando los valores límites establecido por la norma (5-8,5 para pH y <60 % de humedad), alto contenido de MO (88,5 % en promedio) y mayor C/N con respecto a los DL (18,7 en promedio), siendo el valor obtenido en el DSP ( C/N= 23) superior al límite establecido por la norma de compost (<20).

En cuanto a los nutrientes, los tres digeridos muestran una composición rica y variada en N, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, P y K, como así también de micronutrientes (Ca, Mg, Na) mostrando sus propiedades beneficiosas para ser utilizado como biofertilizante. Los tres DS superaron el valor límite establecido como criterio de madurez según la norma de compost (valor límite < 400 mg g<sup>-1</sup>). Concentraciones elevadas de amonio demuestran la ineficiencia del proceso degradativo biológico aeróbico, pudiendo causar fitotoxicidad.

En relación al criterio de estabilidad, todas las muestras DL mostraron condiciones estables según el indicador de Potencial de biogás residual (PBR < 0,25 L / gMO ). El PBR para el DLT estuvo cercano al límite establecido por la res 19/2019 (0,21 L / gMO).

En cuanto al criterio de higienización, los tres digeridos en sus dos fracciones mostraron no encontrarse en condiciones de calidad para su uso agronómico (presencia de E coli, coliformes fecales > 1000 NMP/g, presencia de salmonella), según las dos normas técnicas de referencia. No se encontraron huevos de helmintos en ninguno de los casos.

En cuanto al contenido de elementos potencialmente tóxicos (EPT= Cu, Zn, Ni, Pb, AS, Cr, Cd) se encontraron concentraciones elevadas de Cu y Zn en el digerido porcino, principalmente en el

DLP (Zn= 994 mg kgbs<sup>-1</sup> y Cu= 1444 mg kgbs<sup>-1</sup>), alcanzando valores superiores al establecido por la Res. 19/2019 (Zn < 300 mg kgbs<sup>-1</sup> y Cu < 150 mg kgbs<sup>-1</sup>). Asimismo, la concentración del Cu en el DSP (Cu= 236 mg kgbs<sup>-1</sup>) también superó el valor límite de la norma técnica de compost para clase A (Cu < 150 mg kgbs<sup>-1</sup>), pero alcanza los valores permitidos para compost de clase B (Cu < 450 mg kgbs<sup>-1</sup>). En el caso del DLT, la concentración de Cu también fue elevada, superando el valor de referencia. El digerido porcino en ambas fracciones y el DLT no cumplieron con el criterio de libre de toxicidad su uso agrícola. Sin embargo, el digerido vacuno (DLV y DSV) cumplió con este criterio de calidad. Los metales pesados presentes en los estiércoles son introducidos a través de la alimentación, complejos vitamínicos o en el uso de drogas veterinarias. Aplicaciones repetidas del biofertilizante podrían inducir una acumulación en el suelo de los metales pesados. Por estas razones, el contenido de metales pesados en el digerido debe ser cuidadosamente monitoreado.

## Conclusiones

Los DL y DS provenientes de estiércoles animales presentaron una composición variada y rica en macro y micronutrientes y MO, mostrando un alto valor agregado para la agricultura. Sin embargo, los tres DL y DS no cumplieron con el criterio de higienización. Se recomienda realizar un sistema de post-tratamiento antes de su aplicación agrícola, o bien modificar la temperatura del proceso anaeróbico a condiciones termófilas a fin de reducir la carga patogénica.

Sumado a esto, el digerido porcino en ambas fracciones y el DLT se encontraron no aptos para su uso agrícola por no cumplir con el criterio de libre de toxicidad. La incorporación de cambios en el sistema de manejo productivo de los animales (alimentación; uso de antibióticos y anti-parasitarios) podrían contribuir a la disminución de la carga de estos metales en los estiércoles y consecuentemente en los digeridos.

En cuanto a los DS, algunos indicadores evidenciaron inestabilidad del material. Probablemente

un proceso de compostaje ayudaría a lograr la estabilidad y madurez que son requeridos para su uso como enmienda, favoreciendo la disminución de las concentraciones altas de amoníaco, el alto contenido de humedad y la eliminación de los patógenos.



Figura 1.

### Link

Trabajo extensivo presentado en el Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 15 al 18 de nov de 2022.

- <https://congreso2022.suelos.org.ar>



Figura 2.



Figura 3.

# Generación de residuos pecuarios en el departamento general López. Su importancia en el manejo y destino final

## Introducción

El departamento General López se encuentra ubicado en el Sur de Santa Fe. Existen 717.786 hectáreas que son utilizadas para el desarrollo de cereales y oleaginosas (). La producción animal es una actividad importante en el Departamento, visto que en este mismo Censo se informan 746 Explotaciones agropecuarias (EAP) con bovinos (341.021 cabezas) y 233 EAP con porcinos (119.471 cabezas) (), representando el 7% del total de EAPs de la Provincia (bovinos) y el 17% (porcinos).

## Objetivos del trabajo

■ Estimar la generación de residuos pecuarios (RP) que los establecimientos de cría animal intensiva (tambos, cerdos, feed lot y aves para carne) generan en el Departamento General López, y compararlos con respecto a otras corrientes de desechos, a fin de evaluar su importancia en el impacto ambiental que pudieran ocasionar en dicho territorio.

## Metodología

Se realizó un relevamiento de los establecimientos de cría animal intensiva de cerdos, aves y bovinos para carne, mediante la base de datos que el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) dispone. A cada establecimiento se lo introdujo en un mapa satelital para obtener su ubicación distrital.

La cantidad de residuos generadas por tipo de producción se estimó en virtud a dos categorías de datos: (1) Datos Bibliográficos (valores de bibliografía local de INTA y otros organismos de ciencia y tecnología); (2) datos de campo

*Autores: Ignacio Roberto Huerga<sup>1</sup>, Marcelo Astigarraga<sup>2</sup>*

1. INTA – Agencia de Extensión Rural de Venado Tuerto
2. SENASA – Oficina Local Venado Tuerto

*Mail del autor principal:*  
[huerga.ignacio@inta.gob.ar](mailto:huerga.ignacio@inta.gob.ar)

(valores que se fueron recolectando en visitas realizadas a este tipo de establecimiento durante el desarrollo del proyecto)

## Resultados obtenidos

Se generan un total de 652 a 781 TON/d de residuos pecuarios. Esto difiere en los datos medidos a campo, donde en los sistemas de vacunos en ordeño se estarían encontrando la mayor generación; encontrando una diferencia de 129 TON/d entre ambas categorías. En virtud a la población existente la generación de residuos sólidos urbanos per cápita es del orden de los 83 y 219 TON/D. Por lo tanto, se puede apreciar que tiene una alta significancia el volumen de residuos pecuarios sobre los residuos domiciliarios. Los cerdos generan un mayor volumen, concentrándose en los distritos Teodelina y Villa Cañas (36% sobre el total de los residuos generados por este tipo de producción. Los vacunos en ordeño son el segundo tipo de producción que mayor volumen de residuos genera, especialmente en el distrito Christophersen, donde existe un establecimiento con 14.000 V.O y concentra

<sup>1</sup> Censo Nacional Agropecuario 2002 arrojó un valor de 764.957 Ha.

<sup>2</sup> Censo Nacional Agropecuario 2018 informó 1278 EAP de producción bovina (395.747 cabezas) y 511 EAP de porcinos (108.579 cabezas)

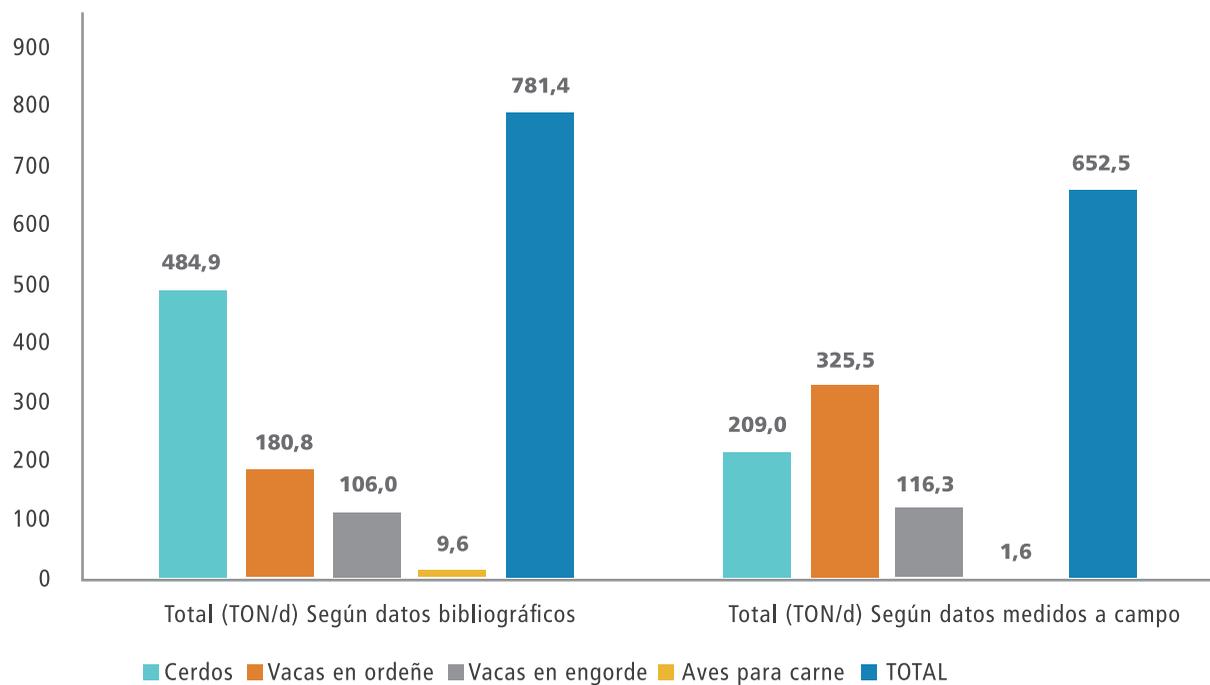
un 43%; y un 30% se genera en la cuenca sur del Departamento (Rufino, Sancti Spiritu, Lazzarino, Amenabar) En cuanto a engorde a corral, el distrito Cafferata concentra el 30% de los residuos de este tipo de producción.

### Perspectivas futuras

La falta de un manejo apropiado de los residuos domiciliarios, donde el destino final más común son los basurales a cielo abierto, hace que el impacto hacia el ambiente pueda ser negativo frente a los Residuos Pecuarios.

Pocos productores realizan un tratamiento, el uso en generación de energía o como insumo agronómico. Es de suma importancia el rol que puedan tener los actores del territorio dedicados a la extensión y experimentación para fomentar la buena gestión de los mismos, visto que hacen falta herramientas e indicadores para llevar a un manejo sustentable de los mismos.

Este análisis territorial permite establecer alternativas de manejo para las distintas regiones del Departamento, en virtud a las ubicaciones de las producciones pecuarias que pudieron relevarse.



**Gráfico 1:** Generación de residuos pecuarios en el Departamento General López según datos bibliográficos y datos tomados a campo



**Figura 1.** Pila de residuos de Feed Lot.



**Figura 2.** Laguna de efluentes porcinos.

Imágenes de prácticas comunes en el manejo de residuos y efluentes pecuarios del Departamento General López.

Tablas

## Links

- <https://inta.gob.ar/documentos/adecoagro-el-inta-oliveros-y-sus-agencias-de-extension-realizaron-una-visita-tecnica-a-la-empresa-ubicada-en-la-estancia-el-carmen-christopersen-santa-fe>
- <https://inta.gob.ar/documentos/%C2%BFcomo-reducir-la-inversion-para-realizar-un-manejo-apropiado-en-el-manejo-de-efluentes-de-tambo-aspectos-a-tener-en-cuenta-desde-una-experiencia-practica>
- <https://inta.gob.ar/documentos/residuos-pecuarios-actualidad-de-normativas-y-lineamientos-para-regulaciones-provinciales>

# Relevamiento de producción de digeridos de plantas de biogás en Argentina

## Introducción

El proceso de digestión anaeróbica de materiales orgánicos genera dos productos: un combustible gaseoso denominado biogás y un material semilíquido denominado digerido. El digerido consiste en una mezcla de biomasa microbiana, material no biodegradable y productos metabólicos provenientes del proceso de degradación. El uso agrícola y la valorización del digerido son áreas poco exploradas en Argentina. La mayoría de las plantas de biogás instaladas se han centrado en la valorización energética del biocombustible, pero no en el aprovechamiento del digerido. Existe un gran desconocimiento sobre las propiedades de los digeridos a partir de distintas biomásas y falta de información sistematizada sobre la producción, manejo y gestión de los digeridos en nuestro país. En este contexto, en el año 2020, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP), firmaron un convenio de cooperación técnica para desarrollar actividades que permitan brindar información sobre los digeridos en Argentina. Este convenio fue enmarcado y bajo la cooperación del proyecto de la Unión Europea H2020-DiBiCoo (Digital Biogas Cooperation) y los proyectos nacionales INTA (PD-E2-I518-002 y PE-E7-I149-001).

## Materiales y métodos

- El objetivo principal fue conocer el manejo y la gestión de los digeridos provenientes de las plantas de biogás operativas a nivel nacional de gran escala identificando sus limitaciones y oportunidades.

## Resultados y discusión

El relevamiento se realizó a través de distintas etapas, mediante el uso de tecnologías de la información y de la comunicación de manera

*Autores: Patricia Bres<sup>1</sup>, María Eugenia Beily<sup>1</sup>*

*1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. Laboratorio de Transformación de Residuos. Nicolas Repetto y de los Reseros s/n. Hurlingham (1686). Prov. Buenos Aires.*

*Mail del autor principal:*

*[bres.patricia@inta.gov.ar](mailto:bres.patricia@inta.gov.ar)*

remota. La primera etapa consistió en la generación de una base de datos actualizada de las plantas de biogás. La segunda etapa fue la elaboración de una encuesta, la cual permitió recolectar información sobre: aspectos generales, factores de operación, sustrato y alimentación, producción de digeridos, destino y barreras. Por último, la tercera etapa consistió en el análisis e interpretación de los resultados y la elaboración del informe.

## Resultados

Se relevaron mediante esta encuesta 20 plantas de biogás, de un total de 27 registradas como operativas superiores a 1000 m<sup>3</sup> de reactor. Las plantas se concentran en un 90% en Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, ubicadas en zonas rurales, siendo el objetivo principal la producción de electricidad. La mayoría procesa biomasa proveniente de la actividad agrícola-ganadera, siendo el purín de cerdo y el silaje de maíz los sustratos predominantes. El 50% realiza separación física del digerido como primer método de

procesamiento, generándose un digerido líquido y sólido. A su vez, la gran mayoría utiliza lagunas de estabilización, tanto para el digerido sin separación como para el líquido, funcionando también como reservorio. Por otro lado, el digerido sólido se almacena mayoritariamente en playones o sobre la superficie del suelo a temperatura ambiente hasta su uso o disposición final. El principal destino del digerido en sus distintas fracciones es su aplicación a campo para uso en agricultura. El 70% aplica el digerido líquido en terrenos propios con plan de manejo agrícola. En el caso del digerido sin separación se aplica en igual medida, tanto en terrenos propios como no propios. La aplicación principal es en pasturas, así como en cultivos de maíz, soja y trigo, siendo la técnica en superficie el principal método utilizado. Se identificaron como principales barreras que dificultan el aprovechamiento del digerido, los costos de transporte, el marco legal y la falta de tecnología de post-tratamiento. El desconocimiento de la existencia de un marco normativo fue el motivo de mayor preponderancia en cuanto a las dificultades actuales para el uso del digerido. Por último, si bien se identificó interés en comercializar el digerido, se evidencia la necesidad de implementar políticas públicas

que promuevan su valorización, con el acompañamiento de desarrollos tecnológicos, buenas prácticas de manejo, comunicación y difusión de las normativas y regulaciones existentes sobre el uso seguro del digerido en nuestro país.

## Perspectivas futuras

■ Se espera que esta línea de base del estado de situación sobre la producción de digeridos en Argentina, promueva la introducción de mejoras en los sistemas, una mayor valorización del producto y la adopción de buenas prácticas de manejo y gestión del digerido, para asegurar así el exitoso desarrollo de esta tecnología en nuestro país bajo el contexto de una economía circular.

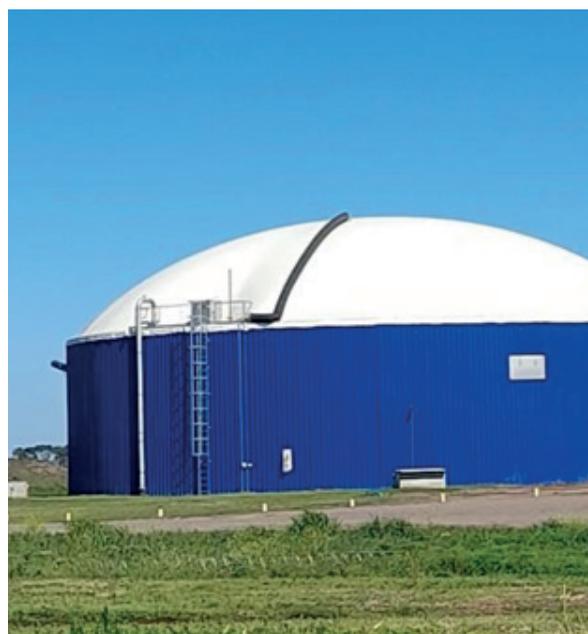
## Link

Bres, Patricia Alina; Branzini, Agustina; Beily, María Eugenia; Escartín, Celina; Hilbert, Jorge Antonio; Almada, Miguel.

- <http://hdl.handle.net/20.500.12123/12099>
- <https://www.argentina.gob.ar/noticias/plantas-de-biogas-crece-la-valorizacion-de-los-residuos-agropecuarios-y-agroindustriales>



**Figura 1.** Aplicación de digeridos en suelo como biofertilizante.



**Figura 2.** Reactores anaeróbicos (planta de biogas).

# Toxicidad de residuos y efluentes crudos y tratados sobre organismos acuáticos y terrestres y dinámica de contaminantes

## Introducción

Los residuos y efluentes son mezclas complejas de sustancias que presentan distintas características en función al tipo de sistema de producción y manejo que le dio origen. Cuando se disponen en suelos o aguas sin tratamiento previo generan un impacto negativo en el ecosistema. Por ello, se aplican tecnologías de tratamiento para reducir tales efectos.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar los efectos causados por la exposición de organismos acuáticos y terrestres a RO y EF crudos y tratados.

## Metodología

Se evaluaron los efectos adversos causados por efluentes y residuos crudos y tratados sobre organismos acuáticos (algas, crustáceos y peces) y terrestres (plantas y lombrices), tal como se muestra en la Figura 1. Para ello, se aplicaron bioensayos de toxicidad estandarizados o se desarrollaron bioensayos para especies nativas. Luego se relacionaron los efectos tóxicos con parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, parasitológicos y/o metagenómicos.

## Resultados

Se logró determinar la toxicidad y su relación con otros parámetros en distintos tipos de muestras analizadas. Algunas de ellas provenían de residuos y efluentes de la producción avícola (carne y huevos) y porcina, efluentes de la industria del tomate, aceite, aceituna y de la pasta de celulosa, así como también se estudiaron los efectos de sustancias que se encuentran en el ambiente como los xenoestrógenos (Figura 2).

Los diferentes tratamientos aplicados sobre residuos y efluentes para reducir su impacto en el ambiente resultaron efectivos. Cada caso tuvo

***Autores:** Brian Jonathan Young<sup>1,11</sup>, Pedro Rizzo<sup>2</sup>, Patricia Bres<sup>1</sup>, Elena Okada<sup>3</sup>, Débora Perez<sup>3</sup>, Rocío Franco<sup>3</sup>, Evelyn Vuksinic<sup>4</sup>, Nicolás Riera<sup>1</sup>, Eugenia Beily<sup>1</sup>, Cristian Audisio<sup>1</sup>, Leandro Redondo<sup>5,10</sup>, Diego Cristos<sup>6</sup>, Johana Dominguez<sup>5</sup>, Juan Díaz Carrasco<sup>5,10</sup>, Mariano Miyakawa<sup>5</sup>, Marisa Farber<sup>7</sup>, Natalia Pin Viso<sup>7,10</sup>, Emmanuel Gabioud<sup>8</sup>, Laura Martínez<sup>2</sup>, Esteban Miguel<sup>4</sup>, Corina Bernigaud<sup>9</sup>, Pedro Carriquiriborde<sup>10,12</sup>, Gustavo Somoza<sup>10,13</sup>, Celeste Pellegrini<sup>10,14</sup>, Alejandra Ponce<sup>14</sup>, Carla Lavallén<sup>10,14</sup>, Sonia Gómez<sup>15</sup>, Ludmila Carvalho Neves<sup>16</sup>, Antoni Sanchez<sup>17</sup>, Dimitris Komilis<sup>18</sup>, Helen West<sup>19</sup>.*

1. IMyZA-INTA Castelar, 2.EEA Mendoza, 3.EEA Balcarce, 4.EEA Chilecito, 5.Instituto de Patobiología-INTA Castelar, 6.Instituto Tecnología de Alimentos-INTA Castelar, 7.Instituto de Biotecnología-INTA Castelar, 8.EEA Paraná, 9.EEA Concepción del Uruguay, 10.CONICET, 11. Universidad de Buenos Aires, 12. Universidad Nacional de La Plata, 13.INTECH, 14. Universidad Nacional de Mar del Plata, 15.Malbrán, 16. Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná-Brasil, 17.Universitat Autònoma de Barcelona-España, 18.Democritus University of Thrace-Grecia, 19.BBSRC/NERC-Reino Unido.

*Mail del autor principal:*  
[young.brian@inta.gob.ar](mailto:young.brian@inta.gob.ar)

características particulares. Por ejemplo, los residuos sólidos fueron tratados por distintos métodos de compostaje y los efluentes fueron tratados por digestión anaeróbica o procesos de oxidación avanzada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV o foto-Fenton).

### Perspectivas futuras

Se espera poder seguir evaluando la efectividad de distintas tecnologías de tratamiento de residuos y efluentes que permitan reducir la carga orgánica e inorgánica y los efectos adversos causados sobre los ecosistemas donde son aplicados o dispuestos, considerando las diferencias entre los ambientes, escalas y tipo de producción de cada región geográfica.



Figura 1. Bioensayos de toxicidad aplicados sobre organismos acuáticos y terrestres.



Figura 2. Toxicidad evaluada en residuos, efluentes y sustancias puras.

# Análisis del marco legal sobre residuos pecuarios en Río Negro y Neuquén

## Introducción

Transformaciones de la actividad agropecuaria, crisis de la fruticultura, instalación de una barrera sanitaria y el aumento de la población son algunas de las causas del incremento de la producción ganadera en los valles de la Patagonia norte. Por esta razón, los gobiernos de Río Negro y Neuquén establecieron planes ganaderos provinciales con una actualización de la normativa. En los valles irrigados, la producción ganadera ha sido históricamente complemento de la agricultura aportando materia orgánica y nutrientes a través del estiércol a suelos con bajo contenido de materia orgánica. Sin embargo, en los últimos años, el aumento de las producciones intensivas generó grandes volúmenes de residuos sumando un conflicto a la compleja trama ambiental.

## Objetivo del trabajo

- El objetivo fue relevar la normativa relacionada a los residuos ganaderos (sólidos y efluentes líquidos) en las provincias de Río Negro y Neuquén, para analizar cómo se incorpora y regula esta cuestión en ambas jurisdicciones en las cuales se encuentra una de las cuencas hídricas más importantes del país.

## Metodología

Para el relevamiento de la normativa se realizó la búsqueda en las páginas oficiales de los gobiernos nacional y provincial. Se examinaron los sitios del Sistema Argentino de Información Jurídica, Info LEG del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, el sitio del boletín oficial y los digestos de las legislaturas de Río Negro y Neuquén.

Además se consultó a informantes calificados del Departamento Provincial de Aguas (DPA) de Río Negro, el Ente de Agua y Saneamiento de

*Autores: Myrian Elisabeth Barrionuevo<sup>1</sup>, Joaquín Alejandro Córdoba<sup>1</sup>, Sandra Lorena Bartucci<sup>1,2</sup>, Mercedes Ejarque<sup>1</sup>*

*1. Instituto de investigación y Desarrollo para la Agricultura Familiar Región Patagonia, INTA; 2. CONICET.*

*Mail del autor principal:  
[myrianbarrionuevo@gmail.com](mailto:myrianbarrionuevo@gmail.com)*

Neuquén (EPAS) y de la Legislatura de Neuquén. La sistematización se realizó a partir de la búsqueda a través de las palabras clave: ganadería, agricultura, residuos, efluentes, agropecuario, agrícola.

## Resultados

En las provincias de la norpatagonia las leyes vinculadas al manejo de los residuos sólidos y líquidos de las actividades ganaderas son las de agua, ambiente y de engorde intensivo a corral. En Neuquén, la normativa contempla que los efluentes tratados puedan volcarse a cuerpos de agua o suelos pero únicamente está regulado el vuelco a cuerpos de agua. Además, existe incongruencia respecto de los tratamientos necesarios para la aplicación a aguas y/o a suelos y falta complementariedad con las leyes nacionales (Res 1/19 – Res 19/19).

Río Negro por su parte, se encuentra más avanzada en la regulación del reuso de las aguas residuales, mediante la Resolución del DPA N° 1.423, la cual permite el reuso para riego agrícola o forestal, con restricciones.



# Diagnóstico ambiental de los efluentes agroindustriales generados en el Valle Central Antinaco–Los Colorados, La Rioja

## Introducción

La actividad agrícola y agroindustrial olivícola, vitícola, nogalera y hortícola es el principal impulsor de crecimiento productivo en la Provincia de La Rioja y el Valle Central Antinaco–Los Colorados (VCALC) es una de las regiones claves de este crecimiento (Figura 1). Sin embargo, el inadecuado manejo y los tratamientos de efluentes genera externalidades negativas que ponen en peligro de contaminación la fuente de suministro de agua para la producción y la población: el recurso hídrico subterráneo (Figura 2 y 3).

## Objetivo del trabajo

El objetivo del trabajo fue analizar la gestión de los efluentes agroindustriales generados en el VCALC para conocer cómo, dónde, cuándo, qué y cuánto se genera.

## Metodología

Para el diagnóstico ambiental se estudiaron los efluentes de las principales agroindustrias a través de su caracterización físico-química, ecotoxicidad y la determinación de cargas contaminantes e indicadores de intensidad de generación. Finalmente, se propusieron lineamientos para la gestión integral de los efluentes a través de indicadores de desempeño ambiental y políticas de producción más limpia.

## Resultados

Los resultados indican que los efluentes presentan características físico-químicas por encima de los parámetros de la legislación provincial, con elevadas cargas orgánicas, pH básicos y ácidos y altas concentraciones de sales. Tanto los caudales como las características físico-químicas de los efluentes presentan una elevada heterogeneidad, debido a la estacionalidad de los cultivos y las etapas de cada producción, sumado al mane-

*Autores: Evelyn Vuksinic<sup>1</sup>, Roberto Esteban Miguel<sup>1</sup>, Diana Elvira Crespo<sup>2</sup>*

*1.EEA Chilecito – Centro Regional Catamarca La Rioja – INTA*

*2.Instituto de Investigación de Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA) – INTA Castelar*

*Mail del autor principal:*

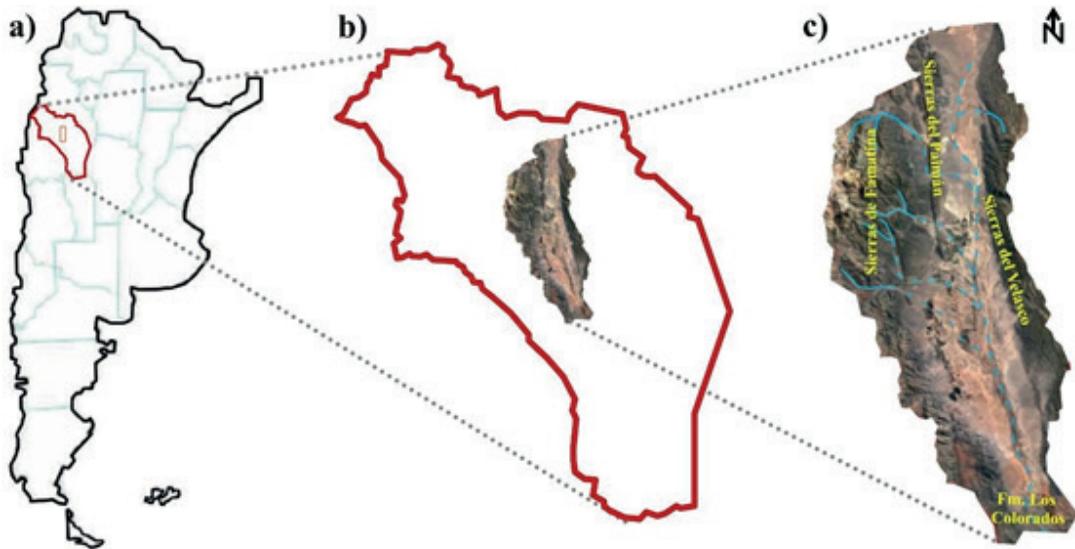
*[vuksinic.evelyn@inta.gov.ar](mailto:vuksinic.evelyn@inta.gov.ar)*

jo y la gestión de los efluentes. Se destaca como, industrias con procesos y tecnologías muy similares, generan efluentes diferentes en cantidad y calidad. Respecto a los bioensayos de ecotoxicidad, la sensibilidad en el organismo acuático fue mayor que para el organismo terrestre en todas las agroindustrias. El índice propuesto, permitió unificar las estimaciones previas (calidad y cantidad) en el concepto de carga contaminante y el volumen de producción de cada agroindustria. La aplicación de este índice facilitó la identificación de puntos críticos para mejorar la gestión de los efluentes generados. Esta información es de utilidad para las industrias y autoridades de aplicación, a fin de tender en el corto y mediano plazo a acciones que contribuyan a reducir las cargas contaminantes y proteger el recurso hídrico subterráneo.

## Conclusiones

Se concluye que los diagnósticos de la generación de efluentes agroindustriales deben presentar una sólida metodología de muestreo de las cantidades y sus características para garantizar su representatividad por la estacionalidad de los cultivos. A su vez, es necesario incluir en los

diagnósticos, indicadores que permitan simplificar y cuantificar la información, contemplando en el análisis caudales y volúmenes de producción de cada industria. De esta manera, la gestión de los efluentes puede ser abordada desde la integralidad, aportando soluciones que sean acordes a la realidad de cada región.



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio.



**Figura 2.** Disposición de efluentes vitivinícolas en suelo.



**Figura 3.** Disposición de efluentes de aceituna de mesa en suelo.

# Propiedades del digerido de orujo de manzana como biofertilizante

## Introducción

El orujo de manzana es el principal residuo agroindustrial del Alto Valle de Río Negro y Neuquén. Las sidreras y jugueras de la región producen anualmente 100.000 Tn de este residuo, algunas empresas lo regalan a productores de cerdo y bovinos, otros lo compostan y el resto lo incorpora como “abono” al suelo de los frutales. En otros casos, para su disposición final se utilizan predios a cielo abierto, constituyendo un importante pasivo ambiental.

Este desecho es factible de tratarse anaerómicamente produciendo bioenergía y un digerido que puede utilizarse para el reciclaje de nutrientes, ya que contiene todos los nutrientes del sustrato que los originó, pero en formas más accesibles para las plantas. Además, por su contenido de materia orgánica favorece el aprovechamiento del agua y mejora la calidad física, química y biológica del suelo.

## Objetivo del trabajo

Las propiedades fisicoquímicas de los digeridos varían ampliamente en función del sustrato que da origen a dicho digerido, es por ello que hay una amplia variabilidad en la composición de los digeridos, y es necesario estudiarlos en cada caso para valorizarlos agrónomicamente. Es por ello, que el objetivo de este trabajo fue analizar un digerido de orujo de manzana como monosustrato para evaluar su potencial uso como enmienda orgánica, y poder incluir a este subproducto como factor económico ponderante en los estudios de prefactibilidad económica de los proyectos.

## Metodología

La digestión anaeróbica fue realizada en un Homebiogas® de 0,6 m<sup>3</sup>. Se puso en marcha el biodigestor con estiércol porcino, y luego se

*Autores: Sandra L. Bartucci<sup>1,2</sup>, Brian J. Young<sup>3</sup>, Francisca Laos<sup>2</sup>, Cesar Leal<sup>4</sup>*

*1. Instituto de Investigación y Desarrollo para la Agricultura Familiar Región Patagonia, INTA; 2. CONICET; 3. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, INTA; 4. Becario PROCAGRA*

*Mail del autor principal:*  
[bartucci.sandra@inta.gov.ar](mailto:bartucci.sandra@inta.gov.ar)

alimentó exclusivamente con orujo de manzana durante 104 días con una COV de 0.975 Kg SV/m<sup>3</sup> día (3 Kg diarios), dando un tiempo de retención hidráulica de 67 días. El digerido fue utilizado para diluir el orujo y sostener la capacidad buffer del reactor.

El digerido producido en los días 76-82 (1 semana) se almacenó en bidón de 20 L a temperatura ambiente (20°C aproximadamente) hasta su análisis. En el laboratorio se analizaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, parasitológicos y ecotoxicológicos en semillas de lechuga, rye grass, rabanito y trigo.

## Resultados

El digerido presentó elevada conductividad eléctrica (14,78 mS/cm) y relación de absorción de sodio (94,8), pH levemente alcalino (8,06) y muy baja concentración de Nitrógeno (0,0015 % BH). No se observaron cantidades de metales pesados superiores a las estipuladas por la norma de utilización de digeridos (Resolución 19/2019).

En relación a los análisis microbiológicos y parasitológicos, no superó el límite de coliformes fecales y no se detectaron huevos de *Áscaris lumbricoides*. Esto es esperable dado que el sustrato no presenta riesgos de contener estos patógenos aunque podrían encontrarse debido a que el biodigestor fue inoculado inicialmente con estiércol porcino, por lo que, se debe garantizar la inocuidad del mismo.

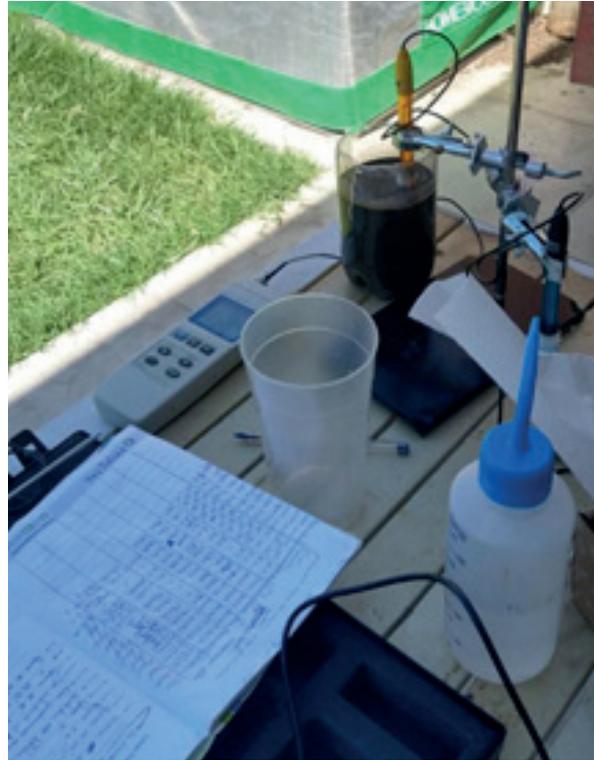
En bajas concentraciones (10 % para lechuga, trigo y rye Grass, 5% para rabanito) se vio un efecto estimulador de la germinación en las 4 especies, pero inhibió por completo la germinación y la elongación radicular en el digerido sin diluir. Los efectos inhibitorios pueden atribuirse a la elevada salinidad del mismo.

La utilización de orujo como único sustrato en la producción de digeridos se presenta como una opción factible de ser adoptada para la valorización de este subproducto como enmienda orgánica, ya que se demostró sus propiedades como estimulante de la germinación y elongación radicular a bajas concentraciones.

Esta enmienda no aporta grandes cantidades de Nitrógeno, lo que era esperable, dado el bajo contenido de nitrógeno del sustrato, pero sí aporta materia orgánica y sustancias promotoras de la elongación radicular, y podría reemplazar parcialmente a los fertilizantes químicos utilizados en el sector agrícola.

## Perspectivas futuras

- Actualmente son pocas las empresas que le dan un valor agregado a este subproducto. La futura difusión de los resultados de la evaluación del potencial de biogás del orujo (realizado entre Ago-2021 y Jul-2022), junto con los resultados mostrados en el presente trabajo, otorgará herramientas a las jugueras / sidreras para evaluar a la digestión anaeróbica como tratamiento del orujo, con generación de 2 productos con valor agregado: el biogás y el digerido. De esta manera se espera contribuir al fomento de una economía circular en la región.



**Figura 1.** Registros diarios. Análisis de pH y Conductividad eléctrica.



**Figura 2.** Test de germinación en rabanito.

El presente trabajo fue presentado al XXVIII Congreso Argentino de las Ciencias del Suelo 2022. Buenos Aires del 15 al 18 de noviembre de 2022.

# Uso productivo del suelo periurbano: parques agrarios agroecológicos como sistema territorial y herramienta de gestión ambiental. Tesis Doctoral

## Introducción

La producción de alimentos sanos en los periurbanos, donde se concentra la mayor cantidad de población a nivel global, es un problema relevante. La Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) se extiende a lo largo de 100 Km, viven cerca de 15 millones de personas y la agricultura periurbana (AP) desarrolla 1,8 millón de hectáreas bajo producción (Tito, 2018). Y desde las últimas 3 décadas, el suelo productivo periurbano sufre de perturbaciones y procesos degradativos que podrían acelerar su deterioro a un punto de no retorno y con él, el abastecimiento de alimentos sanos.

En ese escenario, los PA junto a los agricultores agroecológicos son actores de cambio que pueden ofrecer un sistema de transformación y de gestión ambiental.

¿En qué medida es posible producir alimentos sanos en el periurbano de la RMBA, teniendo una visión que preserve el suelo y el cuidado del ambiente, a partir de la figura de los parques agrarios (PA) agroecológicos?

## Objetivo del trabajo

► Conservar los suelos productivos de las periferias urbanas a partir de introducir la figura de los parques agrarios como sistema básico territorial y herramienta de gestión ambiental y agroecológica.

## Metodología

El área de estudio se encuentra en el periurbano de la RMBA el partido de Moreno. Está ubicado hacia el oeste y cuenta con 184,17 km<sup>2</sup> (Partido de Moreno, 2019, par.1). (Imagen 1).

*Autores: Beatriz Zumalave Rey<sup>1</sup>*

*1. Doctoranda en Medio Ambiente, Universidad de Girona. Mg. en Gestión Ambiental. Investigadora. Instituto de Suelos. CIRN. INTA.*

*Mail del autor principal:*

*[zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar](mailto:zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar)*

La metodología se desarrolla en 3 etapas. Primera etapa: se abordaron tres ejes centrales sobre los que discurre el marco conceptual: qué es la agricultura periurbana, el uso productivo del suelo periurbano y los parques agrarios. En la segunda etapa, a partir de ese corpus informativo, se realizaron entrevistas semi estructuradas a expertos y su análisis se tomó como insumo. En la tercera etapa, se participó en mesas de trabajo (Focus Group) para delinear un diseño participativo con productores; instituciones locales e investigadores/académicos. Cada insumo se plasmó en la elaboración del Plan de Gestión (PdG), cuyo objetivo central es mitigar o controlar las problemáticas vinculadas con el uso del suelo y la contaminación, y los niveles de dificultades presentes o potenciales para alcanzar la gobernanza del PA y así asegurar su perdurabilidad en el tiempo.

## Resultados obtenidos

Un primer Plan de gestión ambiental agroecológico. Es esperable que el diseño del Plan de Gestión definitivo tenga vigencia en nuevos PA de Moreno para lograr una visión cooperativa del territorio.

## Perspectivas futuras

● Promover Parques agrarios en la zona de Moreno (Imagen 2) es una demostración elocuente de que es posible el ordenamiento territorial para el uso agrario de los suelos periurbanos, como una política pública de gobernanza sustentable, a partir de la participación de los actores relacionados, de manera agroecológica generando alimentos de calidad.



Figura 1. Vista del Parque agrario Parque del Oeste. Fuente: Santiago Burrone. 2022.

## Referencias bibliográficas

Partido de Moreno: historia, barrios, relieve, flora, fauna y más. 2019. Buenos Aires: <https://Argentalomejor.com/c-buenos-aires/partido-de-moreno/>

Tito, G. 2018. La agricultura periurbana produce alimentos y genera empleo. [artículo] Revista Todo Ciencia, 1-6. <http://www.todociencia.com.ar/la-agricultura-periurbana-produce-alimentos-y-genera-empleo/>



Figura 2. Vista de un invernáculo con producción agroecológica en el Parque agrario Parque del Oeste. Fuente: trabajo de campo. Zumalave Rey 2022.

# Caracterización de residuos de frutas y hortalizas, para la instalación de una planta compostaje

En el año 2020, en el Mercado Central de Buenos Aires, se inicia una experiencia piloto de separación de residuos de frutas y hortalizas (FyH) para su valorización mediante compostaje. Los objetivos de este estudio fueron; 1-Diseñar y poner a punto una metodología para caracterizar residuos de FyH. 2-Evaluar si existen diferencias significativas entre las características físico químicas de los residuos a lo largo del tiempo y según composición de especies vegetales. 3- Valorar la necesidad de un co-sustrato para compostar los residuos de FyH.

## Materiales y Métodos

Mediante un esquema de trabajo colaborativo entre personal del Programa de Reducción de Pérdidas y el equipo técnico de INTA e INTI, durante el mes de diciembre de 2020 se diseñó un procedimiento para la caracterización físico-química de residuos de FyH de las naves que a la fecha contaban con separación en origen. La caracterización de residuos fue realizada durante cuatro días del mes (de lunes a jueves) entre enero y abril de 2021. Al concluir la jornada laboral, los residuos de FyH eran pesados y su peso registrado en la planilla de campo. Posteriormente, los contenedores se trasladaron al galpón para su caracterización. El contenido de cada roll off se volcó en el piso para la extracción de una muestra primaria de 100-150 kg la cual fue caracterizada por composición vegetal. Los parámetros fisicoquímicos determinados fueron: carbono orgánico total (COT), nitrógeno total (NT), relación COT-NT (C/N), potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE) y humedad (H) según técnicas definidas en la Resolución Conjunta 01 de 2019. Para el análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos determinados y la composición por especies vegetales se utilizó un ANOVA de una vía, seguido de la prueba de Tukey cuando había diferen-

**Autores:** Silbert Voldman, V.<sup>1</sup>, Muzlera Klappenbach, A.<sup>2</sup>, Mazzeo, N.<sup>2</sup>, Rainoldi, F.E.<sup>3</sup>, Scheibengraf, J.<sup>3</sup>, Booth, A.<sup>3</sup>, Pettigiani, E.<sup>1</sup>, Riera, N.I.<sup>4</sup>, Rizzo, P.F.<sup>4</sup>

1. Departamento de Química Analítica y Residuos Sólidos y 2. Departamento de Sistemas y Herramientas para el Desarrollo Sustentable-Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

3. Programa de Reducción de Pérdidas y Desperdicios y Valorización de Residuos-Corporación del Mercado Central de Buenos Aires.

4. Laboratorio de Transformación de Residuos, Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. Instituto

**Mail del autor principal:**

[riera.nicolas@inta.gob.ar](mailto:riera.nicolas@inta.gob.ar)

[rizzo.pedro@inta.gob.ar](mailto:rizzo.pedro@inta.gob.ar)

cias significativas ( $p < 0.05$ ). Cuando los datos no cumplieron con los supuestos, se ejecutó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis H. Se consideraron diferencias significativas cuando el valor  $p < 0,05$ . Todas las variables se analizaron utilizando el programa estadístico InfoStat v. 2009.

## Resultados y discusión

Los parámetros fisicoquímicos analizados presentaron variaciones en el tiempo. Las variables que presentaron variaciones significativas ( $p < 0,05$ ) fueron: la humedad, que fue mayor en el mes de enero (92,97%); el porcentaje de materia seca, que fue mayor en febrero y abril

(10,80 y 10,00%, respectivamente) y la densidad aparente, con valores superiores en el mes de marzo (0,93 kg/l). La relación C/N no presentó diferencias significativas entre los momentos de muestreo siendo el valor promedio de  $19 \pm 2$ . Este valor es inferior al óptimo ( $30 \pm 5$ ) para iniciar el proceso de compostaje pudiéndose liberar el exceso de nitrógeno como amoníaco. Al igual que los parámetros físico-químicos algunas categorías de especies vegetales variaron a lo largo del tiempo. Las categorías que presentaron diferencias significativas fueron las frutas de cucurbitáceas y otros, que se redujeron con el pasar de los meses; las frutas de carozo, que fueron más abundantes en febrero y los bulbos y hojas envainadoras que tuvieron mayor presencia en marzo ( $p < 0,05$ ). En el mes de enero, tres categorías representaron el 64 % de los residuos. La categoría frutas de cucurbitáceas y otros aportó el 17% de los residuos presentando diferencias significativas respecto a los otros tiempos de muestreo. El 48% de esta categoría fue sandía y cayote y el 52% restante melón. Las hortalizas de hoja aportaron el 22% y las de fruto el 25%. Dentro de esta última categoría, el tomate contribuyó con el 63% de los residuos de hortalizas de

fruto. Posiblemente, la abundancia de residuos de tomate, melón, sandía y cayote presentes en la caracterización de enero podrían explicar los mayores contenidos de humedad. En cambio, en febrero las frutas de carozo, pepita, cítricas, tropicales y subtropicales aportaron el 46% del total del residuo. Las frutas de carozo representadas por la especie ciruela presentaron diferencias significativas respecto a los otros tiempos de muestreo. En marzo se encontraron diferencias significativas respecto a los otros tiempos de muestreo para las hortalizas de bulbos y hojas envainadoras en particular de la especie cebolla y echalotte a las cuales se le podría atribuir el mayor valor de densidad ( $p < 0,05$ ).

## Conclusiones

Los parámetros fisicoquímicos evaluados demuestran que es necesario incorporar un co-sustrato que pueda aportar carbono lábil y que cumpla la función de agente estructurante en el proceso de compostaje. El procedimiento desarrollado y puesto a punto para la caracterización de residuos de FyH del MC puede servir de referencia para futuros estudios en otros mercados concentradores del país.



**Figura 1.** Caracterización de frutas y verduras.



**Figura 2.** Planta de compostaje, Mercado Central de Buenos Aires.

# Caracterización de los restos vegetales de la limpieza del canal principal de riego del alto valle de Río Negro

## Introducción

Las plantas acuáticas o también conocidas como macrófitas son formas de vegetación acuática que incluyen las macro algas, pteridofitas y angiospermas. La proliferación de estas formas de vida en los cuerpos de agua obedece a múltiples factores tanto de origen natural como antrópico.

En la región del Alto Valle, la proliferación excesiva de macrófitas conlleva una serie de problemas de manejo de los cuerpos de agua. En particular a los vinculados al mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje ya que implica un alto costo que se transfiere a los usuarios del canal.

Actualmente, la limpieza del canal principal de riego de 120 km de largo, se realiza de manera mecánica con el uso de cadenas de arrastre. Esta tarea genera una cuantiosa cantidad de restos vegetales que en algunos casos son recolectados y llevados a un depósito a cielo abierto, en otros son devueltos al sistema o bien depositados al costado del canal.

## Objetivo del trabajo

- El objetivo de la investigación fue conocer las características de los residuos vegetales provenientes de la limpieza del canal principal de riego para su aprovechamiento en la elaboración de compost mezclado con otros materiales disponibles en la zona.

## Metodología

En el año 2020, se tomaron muestras de las plantas y algas (macrófitas) presentes durante la época de riego en distintos puntos a lo largo del canal. Luego se procedió a la identificación del material vegetal para estudiar su ecología. Además, se analizó el contenido de carbono (C), nitrógeno (N), la relación C/N y la concentración de elementos potencialmente tóxicos (EPT) de las especies más abundantes.

**Autores:** Myrian Elisabeth Barrionuevo <sup>1</sup>, Cecilia Gittins <sup>1</sup>, Adela Bernardis <sup>2</sup>, Cecilia Navarro <sup>2</sup>

1. INTA Instituto de Investigación y Desarrollo para la Agricultura Familiar Región Patagonia; 2. LIEN Facultad Ciencias del Ambiente y la Salud, Universidad Nacional del Comahue.

**Mail del autor principal:**  
[barrionuevo.myrian@inta.gob.ar](mailto:barrionuevo.myrian@inta.gob.ar)

## Resultados

En el material recolectado se encontraron 5 especies de plantas vasculares y una de alga filamentosas. Estudios previos indican que tanto las raíces como las hojas de estas especies poseen una excelente capacidad para absorber todo tipo de minerales, nutrientes y productos químicos. También pueden incorporar niveles significativos de metales pesados motivo por el cual es necesario realizar esa evaluación antes de ser utilizados con fines agrícolas.

Los análisis de laboratorio indican que la relación C/N de los residuos vegetales producto de la limpieza del canal, podrían ser una fuente adecuada de carbono para la elaboración de compost en mezclas con guano de gallina ponedora o cama de pollo parrillero ricos en nitrógeno abundantes en la región. Sumado a esto, los valores EPT encontrados tanto para algas como para plantas vasculares se encuentran por debajo de los límites establecidos por la Resolución Conjunta 1/2019 sobre marco normativo para la producción, registro y aplicación de compost del Servicio Nacional de Sanidad y Ca-

alidad Agroalimentaria (SENASA) y la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental.

### Perspectivas futuras

► La investigación permitió elaborar una serie de recomendaciones para la aplicación de buenas prácticas de limpieza del canal. En este sentido es importante darle un destino seguro a los restos vegetales acuáticos y así impedir su propagación. Sumado a lo anterior la disposición final y la mezcla con una fuente nitrogenada podrían ser un buen recurso para aumentar los niveles de materia orgánica de los suelos mediante la técnica de compostaje. Asimismo, es importante mantener la calidad del agua del canal como medida preventiva evitando la contaminación y el crecimiento desmedido de la vegetación espontánea.

### Link

Link del informe multi sectorial sobre la proliferación de vegetación en el canal principal de riego:

- <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/9480>



**Figura 1.** Depósitos a cielo abierto de restos vegetales acuáticos.



**Figura 2.** Plantas acuáticas en los sectores no revestidos del canal principal de riego.



**Figura 3.** Muestreo de algas sobre las paredes revestidas del canal.

# Gasificación y pirólisis de cama de pollo

## Introducción

La creciente generación de residuos por parte de la actividad avícola y su disposición final, tienen cada vez mayor entidad en los diversos debates, dado que una incorrecta gestión de los mismos acarrea efectos negativos en el ambiente. Por otro lado, si consideramos que la sostenibilidad energética requiere generación a partir de fuentes renovables, que ayuden a reducir el consumo de combustibles fósiles y a mitigar los gases de efecto invernadero, es que los residuos pueden convertirse en un recurso apropiado y el proceso de pirolisis y gasificación puede ser una alternativa de transformación. Con el objetivo de avanzar en la caracterización de procesos térmicos para el tratamiento de residuos generados en la avicultura, de manera de determinar posibles compuestos que resulten potenciales materias primas para incorporar a otras industrias, se suscribió un convenio con la Facultad de Ciencias de Químicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Convenio 17 SA 25929).

## Objetivo del trabajo

- Caracterizar procesos térmicos para el tratamiento de residuos generados en la avicultura.

## Metodología

Se realizó un ensayo a escala de laboratorio de Pirolisis rápida de CP, en la UNC. La muestra de CP fue obtenida de un galpón de engorde de parrilleros convencional. El sustrato de base de la CP fue el de cáscara de arroz, y al momento de la extracción de la muestra, la misma solo había recibido una sola crianza de 44 días de duración. La muestra se conformó por submuestras tomadas en zigzag a lo largo de todo el galpón, cubriendo todas las zonas del galpón avícola. Las submuestras se homogeneizaron y mezclaron para conformar la muestra final. En el reactor se emplearon temperaturas entre 400-700 °C con 20 y 40 minutos de reacción, en atmósfera de vacío. Los biolíquidos, que se obtuvieron por condensación de volátiles producidos en el proceso térmico y se analizaron por

**Autores:** Natalia Soledad Almada<sup>1</sup>, Juan Martín Gange<sup>1</sup>, Pachón Gómez, Erica<sup>2</sup>; Domínguez, Rodrigo<sup>2</sup>; Téllez Bernal, Johan<sup>2</sup>; Marino, Marcos<sup>2</sup>; López, Débora E.<sup>2</sup>; Moyano, E. Laura<sup>2</sup>

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos)

2. INFIQC-Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.

**Mail del autor principal:**

[almada.natalia@inta.gob.ar](mailto:almada.natalia@inta.gob.ar)

Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de Masas (CG-EM) para identificar los productos formados.

## Resultados

El bio líquido pirolítico obtenido a partir de CP constituye una fuente enriquecida en compuestos fenólicos, productos de relevancia con múltiples aplicaciones en la industria química.

## Perspectivas futuras

Seguir explorando distintas alternativas.

## Links

- <https://ssrn.com/abstract=4123306>
- <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4123306>

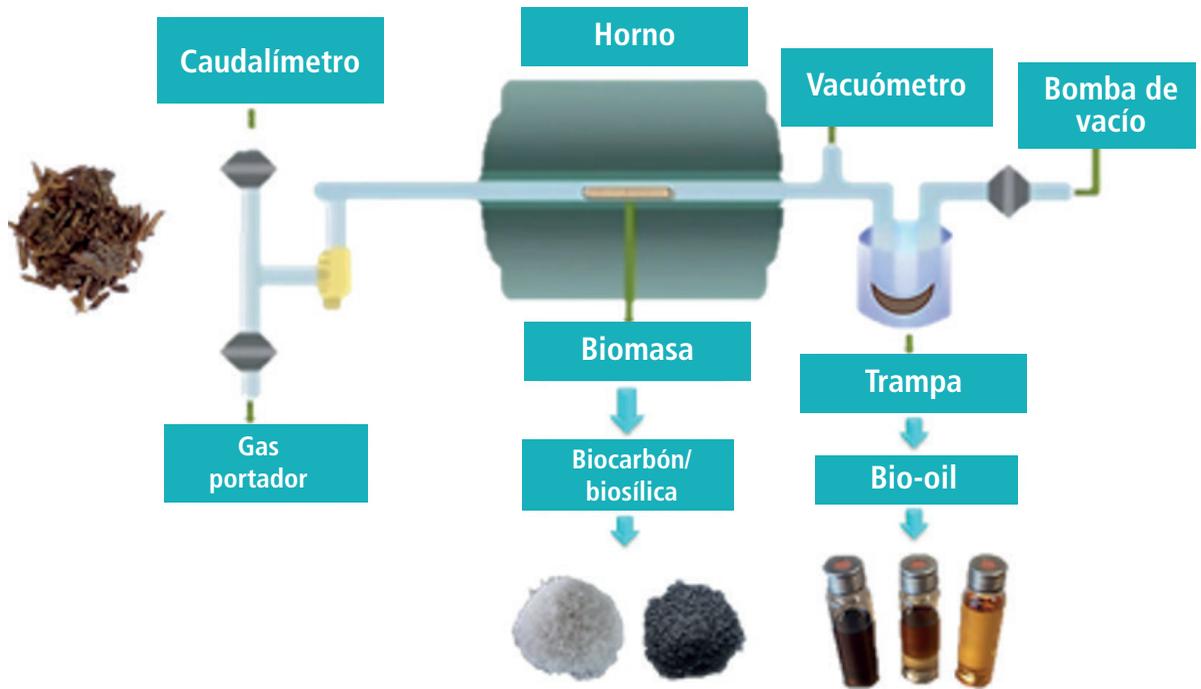


Figura 1. Diseño experimental de pirolisis rápida.

# Tratamiento y valorización de guano de gallinas ponedoras: Una evaluación integral

## Introducción

La producción avícola representa una rápida y económica forma de producir proteína de origen animal. Esta actividad ha crecido en los últimos años en Argentina y, consecuentemente, la generación de guano se incrementó en las áreas periurbanas, donde suelen instalarse estas producciones. El guano representa una fuente potencial de nutrientes para el suelo. Sin embargo, la falta de una adecuada gestión del guano, genera problemas de contaminación de aire, suelo y agua; generación de olores, proliferación de plagas y conflictos de convivencia con el entorno.

En Argentina prevalecen dos sistemas intensivos de producción de huevos: tradicionales (ST) y los automáticos (SA) (Fig. 1). El ST se caracteriza por acumular el guano, el cual es depositado en fosas ubicadas por debajo de las jaulas, por largos períodos de tiempo (3-6 meses); mientras que el SA se caracteriza por extraer el guano con una mayor frecuencia.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar la variabilidad del guano de dos sistemas de producción de huevos e investigar tecnologías de tratamiento que permitan lograr la degradación y estabilización del guano y valorizar los productos generados como enmiendas orgánicas seguras.

## Metodología

En un principio, para conocer las potencialidades y limitaciones del guano según el sistema de producción, se tomaron muestras en granjas con ST y SA, de la provincia de Buenos Aires en distintos momentos del año (primavera-verano, verano-otoño, otoño-invierno).

En segunda instancia, se evaluaron dos siste-

**Autores:** Pedro F. Rizzo<sup>1</sup>, Brian J. Young<sup>2</sup>, Patricia A. Bres<sup>2</sup>, Nicolás I. Riera<sup>2</sup>, María E. Beily<sup>2</sup>, Diana E.C. Crespo<sup>2</sup>.

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Mendoza, Agrotecnología Sostenible, San Martín 3853, 5507, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA), Laboratorio de Transformación de Residuos, Las Cabañas y Los Reseros s/n, 1686, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

**Mail del autor principal:**  
[rizzo.pedro@inta.gob.ar](mailto:rizzo.pedro@inta.gob.ar)

mas de compostaje para estabilizar el guano, uno mediante volteos y otro con aireación pasiva (sin volteos).

Finalmente, se evaluó la aplicación, a distintas dosis, de guano crudo, compostado y tratado mediante digestión anaeróbica (digerido), en un suelo con cultivos intensivos. De esta manera, se evaluó la calidad de las tres enmiendas, su efecto en el suelo y en los cultivos.

## Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos permitieron concluir que los principales parámetros analizados difieren entre sistemas (Fig. 2). El guano del ST presentó valores más altos de pH, menos humedad, mayor relación C:N, fósforo, sulfato, cationes

mayoritarios y algunos microorganismos patógenos y parásitos. En el SA, el guano presentó alta conductividad eléctrica, materia orgánica, contenido de nitrógeno y fracción soluble de calcio, magnesio y manganeso, entre otros. Además, este sistema presenta una menor variabilidad temporal en las mediciones realizadas. En general, en la estación más cálida, todos los parámetros medidos, excepto el nitrógeno, tuvieron los mayores valores. Si bien el guano presenta alto contenido de nutrientes, principalmente N y P, la presencia de microorganismos patógenos y parásitos, sodio y zinc, advierten que los residuos requieren un manejo especial antes de la aplicación al suelo.

Al evaluar distintas alternativas de compostaje, se puede concluir que los mejores resultados, en cuanto a performance del proceso y calidad del producto final, se obtuvieron en aquellas mezclas que no contenían más de un 40% (v/v) de guano en su composición inicial. El 60% res-

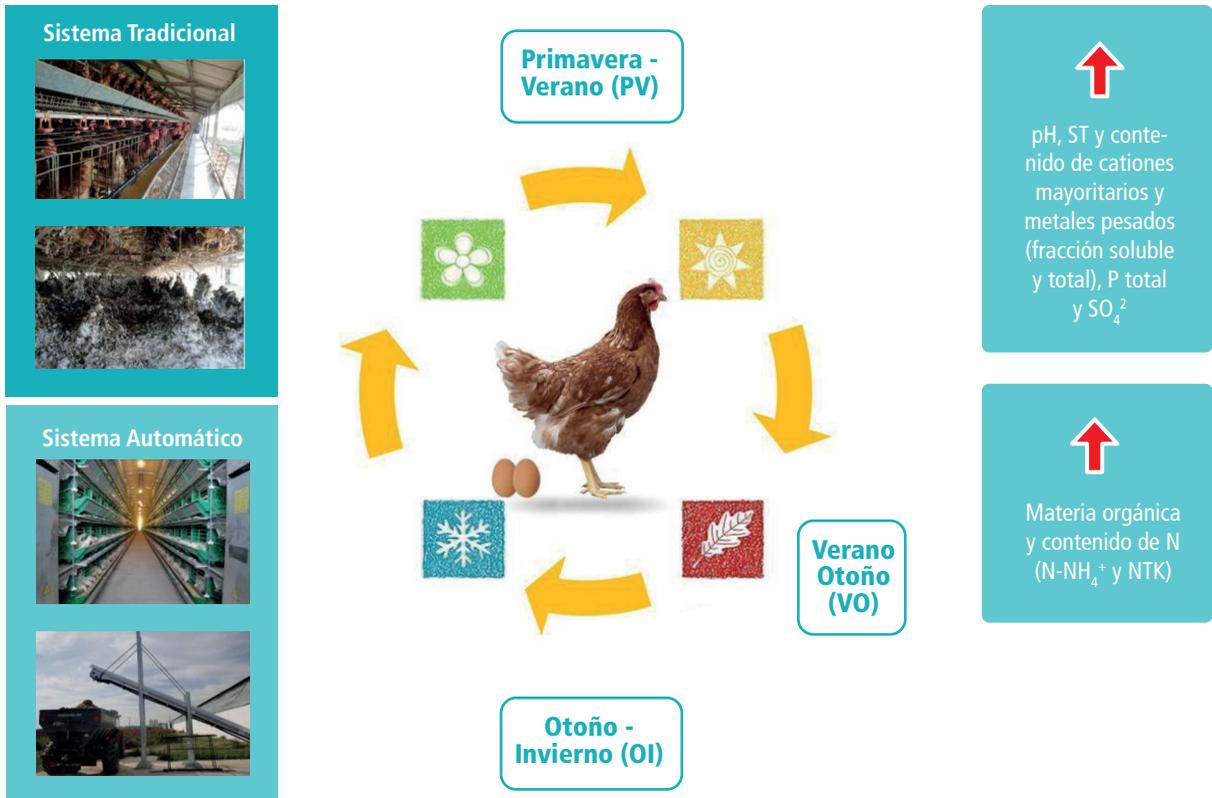
tante es necesario complementarlo con otros residuos carbonados que cumplan una función como co-sustrato o estructurante, tales como: viruta, aserrín, restos de jardines, chip de poda, marlo de maíz, etc. En la Fig. 3 se detalla la composición inicial de los tres experimentos realizados, junto a una descripción del proceso de compostaje y la calidad del producto final.

## Conclusiones

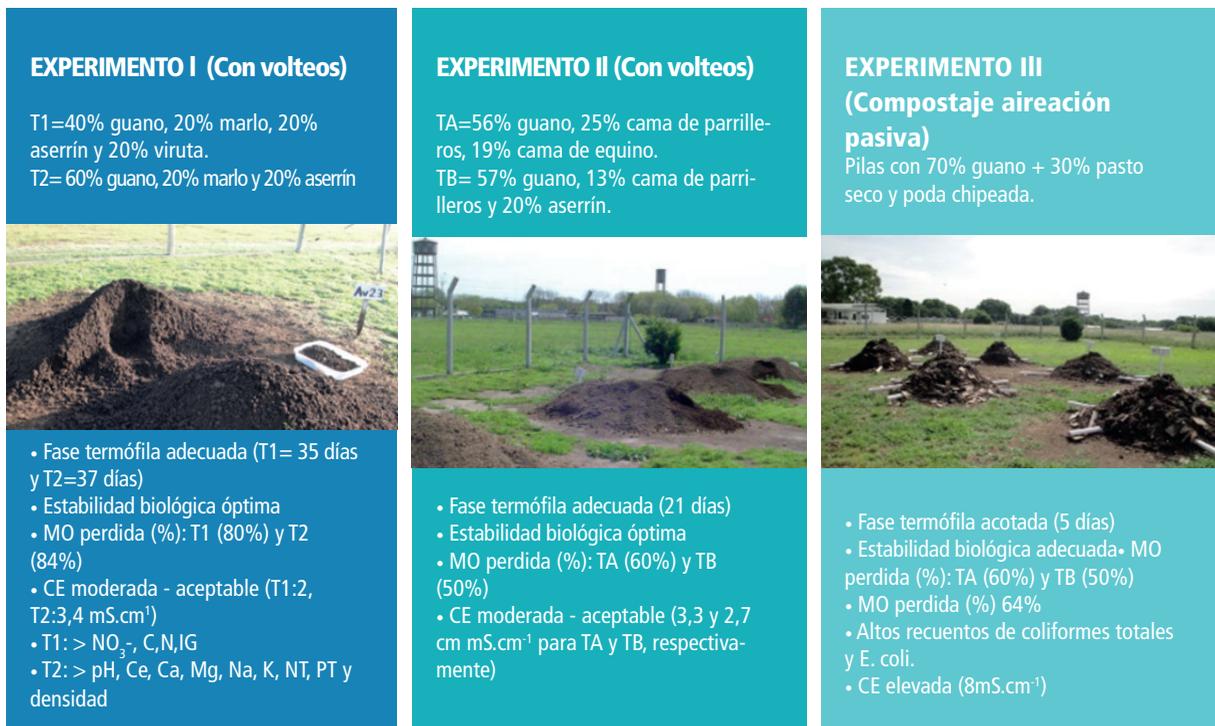
En general, la composición de las enmiendas orgánicas derivadas del guano depende del manejo y almacenamiento de los residuos, el proceso de estabilización (compostaje, digestión anaeróbica) y las condiciones de almacenamiento de los productos estabilizados (Fig. 4). Recomendamos el uso agrícola de enmiendas estabilizadas, principalmente compost, ajustando la dosis de acuerdo al balance de P en el suelo y agregando un fertilizante inorgánico para cubrir los requerimientos de N del cultivo, sólo en caso de ser necesario.



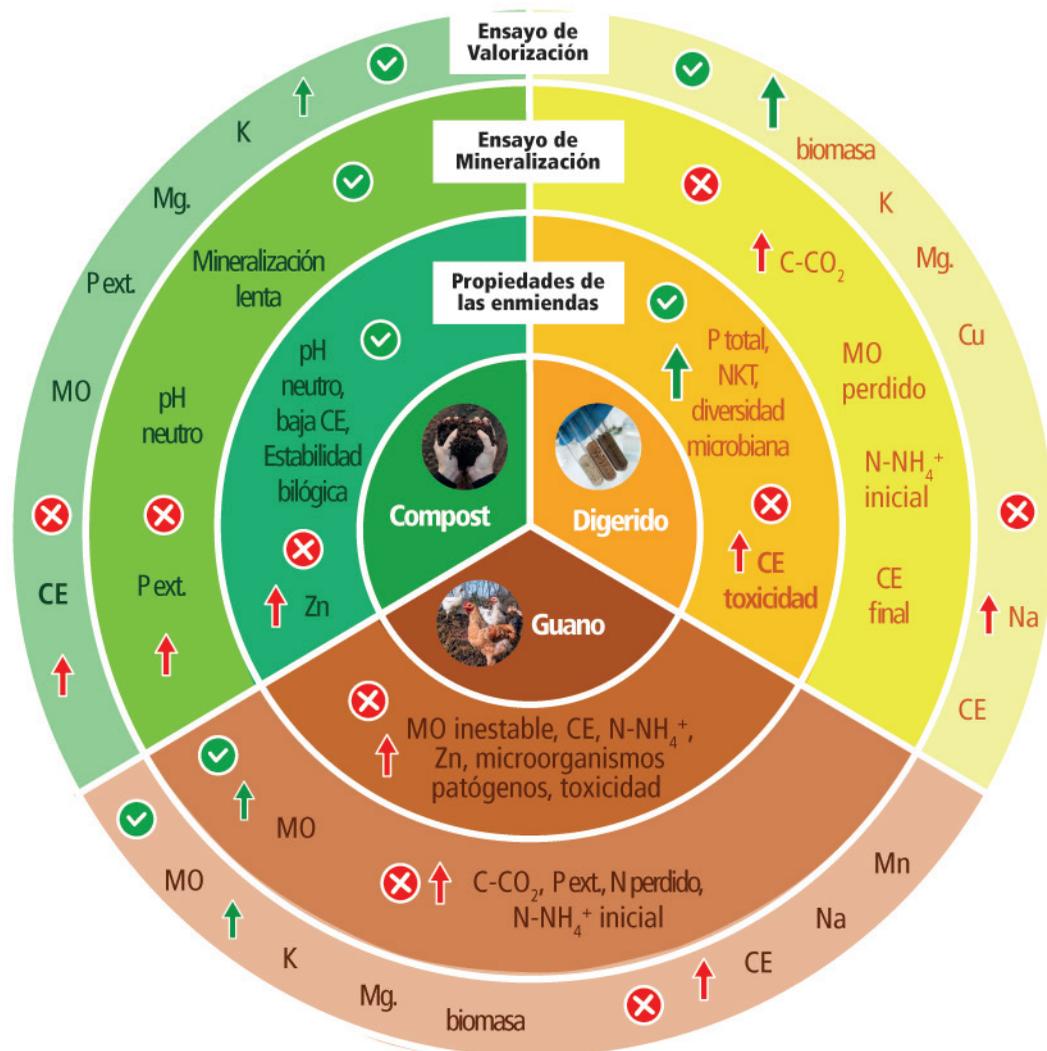
**Figura 1.** a) Sistema tradicional de producción de huevo, b) Guano acumulado en fosa, c) Sistema automatizado de producción de huevo, d) Retiro de guano de SA.



**Figura 2.** Variabilidad temporal del guano en los dos sistemas de producción de huevo.  
Fuente: Rizzo et al., 2020.



**Figura 3.** Resumen de ensayos de compostaje de guano de ponedoras.



**Figura 4.** Resumen gráfico de resultados obtenidos en las tres escalas de análisis: enmiendas, ensayo de mineralización y valorización.

## Links

- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-020-01008-3>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-013-0221-y>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X16302008>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21006620>

# Estrategias de compostaje de cama de pollo en el cinturón hortícola de Mar del Plata

## Introducción

La cama de pollo (CP) es utilizada en cultivos hortícolas aplicada directamente al suelo, sin tratamiento previo salvo el apilamiento cercano al lote. La aplicación directa de este residuo al suelo puede introducir al ambiente componentes indeseados como patógenos, exceso de nutrientes y sales minerales, metales, agroquímicos, antibióticos, bacterias resistentes a antibióticos y genes de resistencia. El compostaje de la CP permite obtener un producto inocuo y de valor agregado, que puede ser utilizado como enmienda. En este trabajo se compararon diferentes métodos de compostaje y se midieron variables agronómicas y ambientales durante el proceso. Luego se aplicó el compost obtenido en un cultivo hortícola.

## Abordaje metodológico

A partir de 30 tn de CP se establecieron 3 tratamientos en pilas de 3 m<sup>3</sup>: CAP<sub>19</sub>: compostaje con aireación pasiva sin volteos y con relación inicial C:N=19, CAM<sub>19</sub>: compostaje con aireación mecánica y C:N=19, CAM<sub>30</sub>: compostaje con aireación mecánica y C:N óptima (30:1) (Figura 1). Se realizaron 8 volteos en CAM<sub>19</sub> y CAM<sub>30</sub> durante los 134 días de duración del ensayo. Al tratamiento CAM<sub>30</sub>, se le agregó viruta para aumentar la relación C:N inicial. A lo largo del tiempo, se monitorearon variables fisicoquímicas, patógenos, toxicidad, elementos potencialmente tóxicos, antibióticos, bacterias resistentes a antibióticos y genes de resistencia. Posteriormente, se realizó un ensayo de valoración de los compost obtenidos, empleándolos como enmiendas en un cultivo de lechuga en un campo hortícola.

*Autores: Elena Okada<sup>1</sup>, Pedro F. Rizzo<sup>2</sup>, Débora Pérez<sup>1</sup>, Keren Hernández Guijarro<sup>1</sup>, Walter Carciochi<sup>1,3</sup>, Celeste Pellegrini<sup>4</sup>, Alejandra Ponce<sup>4</sup>, Carla Lavallen<sup>5</sup>, Marcela Dopchiz<sup>5</sup>, Brian Young<sup>6</sup>, Ana Maria Di Martino<sup>7</sup>*

*1.IPADS Balcarce EEA Balcarce, 2.EEA Mendoza, 3.FCA UNMdP, 4.GIIA-Fac. de Ing. UNMdP CONICET, 5.Lab. Zoonosis Parasitarias IIPROSAM FCEyN UNMdP CONICET, 6.IMyZA INTA Castelar, 7.EEA Pergamino*

*Mail del autor principal:  
[okada.elena@inta.gov.ar](mailto:okada.elena@inta.gov.ar)*

## Resultados obtenidos

Todos los tratamientos alcanzaron la tapa termofílica al día 3 (Figura 2). En CAM<sub>19</sub> y CAM<sub>30</sub>, luego de los primeros dos volteos se superó los 55ffl llegando hasta 70ffl°C, manteniéndose por más de 36 días, garantizando higienización e inactivación del material. En CAP<sub>19</sub>, no se superó los 55ffl°C exigidos por la Normativa del Compost (Res. 1/2019). A partir de los 45 días, las temperaturas comenzaron a descender en todas las pilas.

Los compost CAM<sub>19</sub> y CAM<sub>30</sub> cumplieron con los requisitos de sanidad, estabilidad y madurez (excepto N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) establecidos en la Normativa. Ningún tratamiento cumplió con el requisito de pH, y en CAM<sub>30</sub> el As superó los niveles permitidos, posiblemente por los conservantes de la viruta. El CAM<sub>19</sub> resultó un producto sanitizado, maduro, estable y con menor fitotoxicidad que la cama de pollo.

En el ensayo de valorización, el rendimiento de lechuga aumentó 40% con la aplicación de CAM19 y CAM30, respecto de la aplicación de CP y sin enmienda.

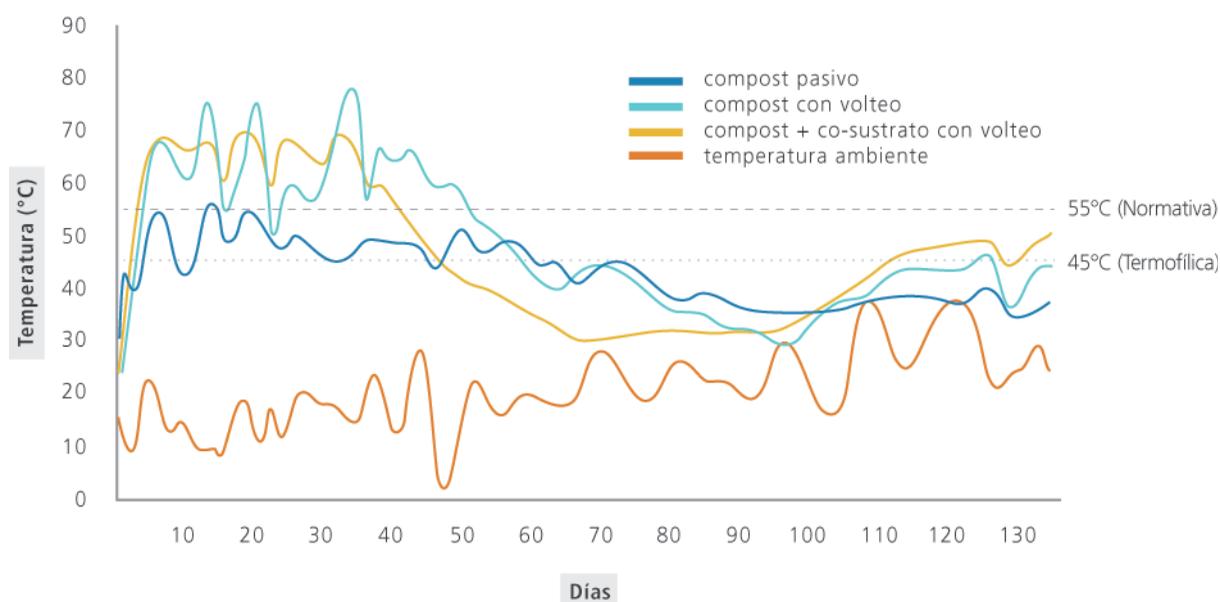
Luego de la finalización de los ensayos de compostaje y valorización, se realizó una jornada técnica destinada a productores y profesionales del sector público-privado mostrando la importancia del compostaje de residuos pecuarios y su valorización.

### Perspectivas futuras

- Se continuará con el estudio de estrategias para la optimización del compostaje de residuos avícolas, con el fin de minimizar las externalidades negativas del proceso y obtener bio-insumos de alto valor agregado (compost, té de compost).



**Figura 1.** Pilas de compostaje de CP. Las pilas de color marrón oscuro corresponden a los tratamientos con volteos mecánicos con pala frontal. Las pilas de color claro corresponden al compostaje pasivo sin volteos.



**Figura 2.** Temperaturas de las pilas en el tiempo. Las flechas rojas indican los momentos de volteos en las pilas aireadas.

# Evaluación del tratamiento de autocalentamiento por apilado de la cama de pollos parrilleros

## Introducción

La cama de pollo (CP) contiene considerables cantidades de nutrientes y materia orgánica, así como también una carga importante de microorganismos no deseables. Según la reglamentación vigente, en Argentina la CP puede ser reutilizada en sucesivas crianzas en la granja de parrilleros (Resolución Nffl 1699/2019). Por lo tanto, al considerar su aplicación al suelo como mejoradora de la calidad del mismo y/o como fertilizante para los cultivos, deben tenerse en cuenta, no solo sus propiedades fisicoquímicas, sino también su contenido de microorganismos no deseables. Su uso sin tratamiento alguno está ampliamente difundido, sin embargo, según SENASA, es necesaria la aplicación de algún tratamiento de higienización antes de sacarla del predio. Uno de ellos es el apilado, que es un proceso en el cual se forman pilas con la CP con la finalidad de generar altas temperaturas que produzcan la muerte de los organismos patógenos productores de enfermedades.

## Objetivo

● Evaluar distintas variantes del tratamiento de apilado y su efecto sobre la calidad fisicoquímica y el contenido de microorganismos no deseables en la CP cruda y tratada.

## Metodología

Tratamientos:

- Pila alta con cobertura y con volteo (con cob/con volteo)
- Pila alta con cobertura y sin volteo (con cob/sin volteo)
- Pila alta sin cobertura y con volteo (sin cob/con volteo)
- Pila alta sin cobertura y sin volteo (sin cob/sin volteo)
- Pila baja con cobertura y con volteo (Minipila)
- Cama de pollo cruda (control)

**Autores:** Natalia A. Mórtola <sup>1</sup>, Irma C. Bernigaud <sup>1</sup>, María R. Befani <sup>2</sup>, Norberto Pérez <sup>3</sup>, Natalia S. Almada <sup>1</sup>, Juan M. Gange <sup>1</sup>, Juan J. De Battista <sup>1</sup> y Marcelo R. Acuña <sup>1</sup>

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Concepción del Uruguay. Ruta Provincial 39 Km 143,5, 3260. Entre Ríos, Argentina.

2. Cátedra de Edafología y Laboratorio de Suelos Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos. Ruta 11 Km 10,5. 3100. Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

3. Agencia De Extensión Rural, 9 de Julio 158, 3260, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

**Mail del autor principal:**

[mortola.natalia@inta.gob.ar](mailto:mortola.natalia@inta.gob.ar)

Las pilas altas fueron de aproximadamente 1,20 m y la minipila de 0,50 m (Fig. 1). La cobertura utilizada fue una lona plástica (silobolsa). Los tratamientos tuvieron una duración total de 20 días. Transcurridos los 10 primeros días, se voltearon las pilas con volteo. El monitoreo de las temperaturas fue realizado periódicamente con termómetros manuales a distintas profundidades. En la minipila se colocaron dos equipos con sensores de medición automática cada hora. Se tomaron 3 muestras compuestas de 20 submuestras de CP de cada tratamiento para la determinación de parámetros fisicoquímicos (nitrógeno, fósforo, nitrógeno de amonio, nitrógeno de nitrato, nitrógeno orgánico,

sodio, conductividad eléctrica, pH y humedad) y microbiológicos (Enterobacterias, Coliformes totales, Salmonella spp., Coliformes fecales y huevos viables de Ascaris lumbricoides).

## Resultados

Según este estudio, todos los tratamientos con pilas altas presentaron más de 55 fflC en el centro de la pila por más de 3 días consecutivos. La cobertura no produjo un aumento significativo de las temperaturas en superficie y no se alcanzaron los 55 fflC a dicho nivel. En la minipila, no se alcanzaron los 55 fflC durante 3 días consecutivos en la mayoría de los sitios evaluados.

En la CP cruda se verificó ausencia de Salmonella spp., Coliformes fecales y huevos viables de Ascaris lumbricoides.

El contenido de Coliformes totales no presentó diferencias significativas entre tratamientos (23 a 29,7 NMP/g) siendo menores al valor límite (< 1000 NMP/g) establecido en la Normativa de compost.

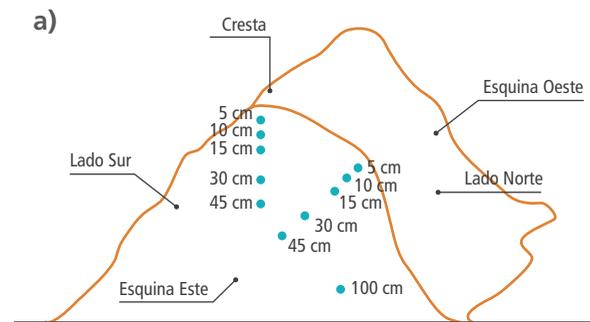
El contenido de Enterobacterias en la CP cruda fue de  $2,9 \times 10^3$  UFC/g. En tanto que, en las muestras tratadas no fueron detectadas, indicando que la aplicación de las diferentes variantes de apilado produjo su eliminación.

Durante el apilado se observó una tendencia a la disminución de N de amonio y de N de nitratos, indicando pérdidas de N por volatilización y lixiviación. Además, se observó un aumento de la fracción de N org en las CP tratadas, lo cual favorecería la liberación paulatina del N a través de la actividad biológica una vez aplicada al suelo como enmienda.

En este estudio, todas las CP que recibieron la aplicación de las diferentes variantes del tratamiento de apilado presentaron bajos contenidos de microorganismos no deseables que permitirían su aplicación al suelo.

## Perspectivas futuras

■ Repetir este tipo de ensayos en la misma zona y en otras que posean diferentes condiciones, para corroborar y complementar los resultados obtenidos en este estudio y para determinar la factibilidad del uso de estos materiales como enmiendas de suelo y fertilizantes para los cultivos.



**Figura 1.** a) Ubicación y profundidad de las tomas de temperatura en las pilas altas, b) Minipila con estructura metálica soporte de los sensores de temperatura de los equipos data logger.



**Figura 2.** Volteo de pilas altas.

# Experiencias en compostaje de estiércol proveniente del barrido de corrales de feedlot

## Introducción

El compostaje es una forma de gestionar el estiércol proveniente de la limpieza de corrales en los feedlots ya que permite lograr un producto estable, inocuo, con valor agregado y con fines agronómicos. Además, asegura la reducción de patógenos y de semillas de malezas, al igual que la reducción de volumen y humedad. La garantía de que el producto final obtenido no contenga metales pesados ni patógenos es lo que se conoce como “inocuidad” y esto ofrece la certificación y seguridad al usuario del compost de que el producto final, independientemente donde se utilice, no generará contaminación.

## Objetivos del trabajo

Los objetivos del trabajo fueron:

- Monitorear la temperatura y humedad a lo largo del proceso
- Evaluar algunos indicadores de madurez y calidad agronómica y su variación en cada fase del proceso: mesófila; termófila; mesófila II; maduración,
- Tipificar el producto obtenido según las categorías de compost descriptas en la normativa de Senasa para la Producción, Registro y Aplicación de compost (SCyMA y SENASA. 2019).

## Metodología

El experimento se llevó a cabo en Agropecuaria La Criolla (Partido Rivadavia, Pcia. de Buenos Aires). En el playón de compostaje del establecimiento se confeccionaron tres pilas de 2 m de ancho por 1 m de alto y 130 m de largo de un material proveniente del barrido y limpieza de corrales del establecimiento (Foto 1). El experimento contó con cuatro tiempos de muestreo, realizados uno en cada fase del proceso de compostaje: T<sub>0</sub> (fase mesófila, inicio del proceso a temperatura ambiente hasta alcanzar 45°C), T<sub>1</sub>= fase termófila (el material alcanza temperaturas

**Autores:** Mariana Diez <sup>1</sup>, Pedro Rizzo <sup>2</sup>, Cecilia Sardiña, María Pía Barrios Barón <sup>3</sup> y Julieta Mattaini <sup>3</sup>.

1.EEA INTA Gral. Villegas; 2.EEA INTA Mendoza, Agrotecnología Sostenible; 3. Agropecuaria La Criolla.

**Mail del autor principal:**  
[diez.marianela@inta.gob.ar](mailto:diez.marianela@inta.gob.ar)

por encima de 45°C), T<sub>2</sub>= fase mesófila II (la temperatura desciende nuevamente a 40-45 °C) y T<sub>3</sub>= fase de maduración (es un período que demora meses a temperatura ambiente). El armado de las pilas se realizó el 30-06-2021 y la remoción mecánica de las pilas se realizó utilizando un volteador de compost marca Deisa (Foto 2). Se realizaron seis volteos cada 27 días de promedio. Se aplicaron 9 láminas de riego de 10000 litros c/u en cada pila en la semana 1, 2, 3, 6, 7, 9 y 10, para mantener la humedad de las pilas entre 45-60%. Se definieron tres sectores en cada pila para relizar los muestreos y registros de variables medidas semanalmente.

Mediciones realizadas durante el experimento:

- Temperatura (°C) y humedad (%) dos veces por semana.
- Registro de temperatura diaria promedio y precipitaciones.
- Parámetros de calidad medidos en cada fase del proceso: pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), carbono orgánico total (COT), cenizas, nitrógeno total (N), nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>), nitrógeno de nitratos (N-NO<sub>3</sub>), relación amonio-nitrato (N-NH<sub>4</sub>/N-NO<sub>3</sub>), relación carbono: nitrógeno (C/N) e índice de germinación (IG).

- Elementos potencialmente tóxicos (EPT) como Zinc (Zn), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), plomo (Pb), Cobre (Cu), Arsénico (As) en T<sub>0</sub> y T<sub>3</sub>.
- Patógenos: salmonella y coliformes fecales (número más probable/gr base seca [NMP/grBS]).

Los parámetros de calidad y madurez en compost se analizaron según lo establecido por la Normativa del Compost (Res. 1/2019 SCyMA y SENASA, 2019) de acuerdo a métodos estandarizados.



**Figura 1.** Sector de playa de compostaje y armado de pilas en Agropecuaria La Criolla (Partido Rivadavia- Pcia de Buenos Aires).



**Figura 2.** Mecanización del volteo de pilas de compostaje con equipo removedor Deisa de Agropecuaria La Criolla.

## Resultados obtenidos

El período de evaluación del experimento fue de 168 días, un total de 24-25 semanas. El promedio de temperatura durante todo el proceso fue de  $36,03 \pm 6,61^\circ\text{C}$  con un registro máximo  $48,5 \pm 6,61^\circ\text{C}$  y un mínimo de  $26,8 \pm 6,61^\circ\text{C}$  (Figura 3). La fase mesófila inicial duró 23 días, continuó la fase termófila donde se registraron incrementos de temperatura por encima de los  $45^\circ\text{C}$  a los 30 días y 63 días, luego hubo un descenso de temperatura por debajo de los  $35^\circ\text{C}$  a partir de los 70 días dando inicio a una fase mesófila II y a partir del día 100, la temperatura se mantuvo por debajo de los  $30^\circ\text{C}$  dando inicio a la fase de maduración. Desde el inicio hasta el final del proceso se registraron 330 mm de precipitaciones, siendo el mes de octubre el de mayor registro (123 mm). El porcentaje de humedad promedio fue de  $30,07 \pm 3,03\%$ ; con un registro máximo de  $36,7 \pm 3,03\%$  (19-II-2021) y un registro mínimo de  $18,6 \pm 3,03\%$  (11-08-2021). En todo el proceso la humedad fue deficiente y el incremento de temperatura fue limitado y demorado.

Parámetros de calidad del proceso analizados en los cuatro tiempos de muestreo:

**pH:** los valores indicaron un pH alcalino por encima de 8, siendo mayor en la fase T<sub>0</sub> del proceso y disminuyendo hasta T<sub>3</sub>.

**CE:** los valores se incrementaron desde T<sub>0</sub> a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, y luego disminuyeron en T<sub>3</sub>. El producto final presentó un valor de CE menor a 4 dS m<sup>-1</sup>.  
**MO y COT:** es un indicador de la calidad del compost. Ambos valores fueron superiores al inicio del proceso (T<sub>0</sub>) y luego disminuyeron en el resto de las fases. No obstante, los valores obtenidos estuvieron por debajo valor mínimo (> 20%) establecido en la normativa.

**IG:** es un indicador de madurez del producto compostado, expresa el potencial fitotóxico del producto. El valor óptimo es > 60% y se obtuvo en T<sub>3</sub> al finalizar el proceso.

**Nt, N-NO<sub>3</sub> y N-NH<sub>4</sub>:** el N total no varió en los tiempos de muestreo, se mantuvo igual. La concentración de N-NH<sub>4</sub> al final del proceso (T<sub>3</sub>) se

redujo pudiendo deberse a pérdidas por volatilización y a la transformación a N- $\text{NO}_3$ .

**Relación N-NH<sub>4</sub>/ N- $\text{NO}_3$ :** es un indicador de madurez del proceso. Esta relación se considera óptima cuando el valor es  $< 0,3$ . Ese valor se alcanzó cuando se inició la fase de maduración (T<sub>3</sub>).

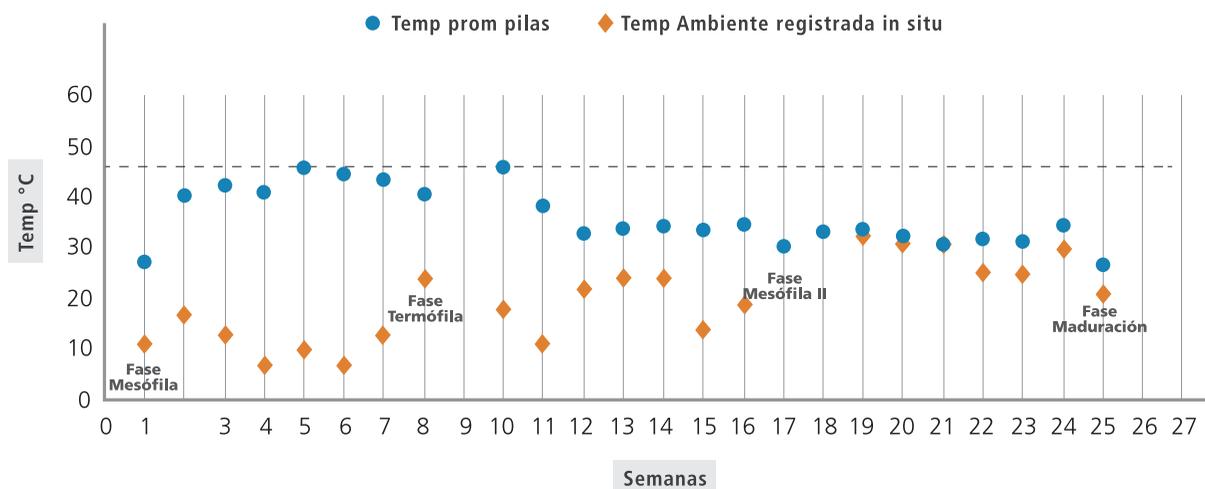
**Relación C/N:** la relación C/N inicial fue baja y se mantuvo por debajo del valor óptimo durante todo el proceso (12,31).

Los valores de EPT encontrados resultaron inferiores a los límites máximos establecido por la normativa de Senasa (compost clase A y clase B), por lo que indicaría la posibilidad de aplicación en suelos agrícolas. En relación al perfil de patógenos, al inicio del proceso (T<sub>0</sub>) el recuento de coliformes fecales fue mayor (4550 NMP/gr BS) al valor límite establecido por la normativa de Senasa (1000 NPM/gr BS), no obstante en la

fase final del proceso (T<sub>3</sub>) dicho valor se redujo (213 NPM/gr BS), lo que indicaría una desinfección del material. No se detectó salmonella en ninguna de las fases estudiadas. La calidad del compost obtenida en la fase T<sub>3</sub> del proceso resultó de: 8,2 de pH, 3,8 de CE, 68% MS, 12,6 % MO, relación C/N= 17,3, Nt= 0,56, IG= 112% y relación N-NH<sub>4</sub> /N-  $\text{NO}_3$ = 0,06. De acuerdo a la normativa el producto final logrado es apto para ser utilizado con un fin agronómico (Compost A, sin restricción).

### Perspectivas futuras

- Se continúan los estudios del tratamiento de compostaje en feedlot comerciales del Noroeste Bonaerense con el fin de evaluar el efecto de la humedad sobre el proceso permitiendo lograr mejores condiciones que las descritas en éste experimento para reducir el tiempo del proceso y lograr mayores incrementos de temperatura garantizando los requisitos de higienización que establece la norma.



**Figura 3.** Evolución de la temperatura promedio de las pilas y temperatura ambiente promedio diario durante el proceso de compostaje (168 días). Línea punteada indica la temperatura límite entre la fase mesófila y termófila (45°C).

# Tratamiento de un digerido vacuno a través de un sistema de humedal artificial de flujo subsuperficial

## Introducción

La producción bovina de leche, es la cría de este ganado que se encuentra destinada a la producción de leche. La intensificación de la producción en los sistemas ganaderos origina el aumento en la cantidad de residuos líquidos y sólidos, provocando un impacto negativo sobre los recursos naturales. La digestión anaeróbica representa un proceso apropiado para tratar y valorizar los efluentes ganaderos como fuente de energía renovable. Sin embargo, la sostenibilidad de la producción de biogás también depende de un uso final apropiado del digerido, que debe tratarse, o reutilizarse de manera adecuada, evitando cualquier impacto ambiental negativo. Los humedales artificiales son un sistema de tratamiento que simula las condiciones naturales de un ecosistema; en éste existen numerosas interacciones (entre los microorganismos, plantas y agua) que permiten el almacenamiento, transformación y/o degradación de los contaminantes a través de procesos físicos, químicos y biológicos. El objetivo de este estudio fue evaluar la potencialidad de un sistema de humedal artificial de flujo sub superficial para depurar un digerido vacuno, con el fin de ser reutilizado como agua de riego y/o para limpieza del establecimiento.

## Materiales y métodos

### Digerido anaeróbico

Se utilizó un digerido vacuno proveniente de un reactor anaeróbica de mezcla completa, con una capacidad total de 5 L y alimentación semicontinua a 35°C.

Se analizaron variables físico químicas (pH, Conductividad eléctrica (CE), demanda química de oxígeno (DQO), fósforo total (PT), nitrógeno total Kjeldahl (NTK), nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) N, nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sodio (Na), potasio (K), cobre (Cu), cinc (Zn) y turbidez) y microbio-

***Autores:** Oscar Hernando Vargas Navas <sup>1</sup>, Nicolás Riera <sup>2</sup>, Diana Crespo <sup>2</sup>, María Eugenia Beily <sup>2</sup>.*

*1. Instituto de Ingeniería Sanitaria. UBA. Av. Paseo Colón 850 – Ciudad de Buenos Aires, Argentina.*

*2. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA), Laboratorio de Transformación de Residuos, Las Cabañas y Los Reseros s/n, 1686, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina*

***Mail del autor principal:***

*[beily.maria@inta.gob.ar](mailto:beily.maria@inta.gob.ar)*

lógicas (coliforms fecales, E. coli y Salmonella spp.) a la entrada y salida del humedal artificial. Se utilizaron métodos de referencia para la determinación de todas las variables analizadas.

### Humedal

Se diseñó y armó un humedal de flujo sub superficial, según la metodología recomendada por la Environmental Protection Agency (EPA). Una vez dimensionado el sistema, se procedió a su construcción y puesta en operación. Como material de relleno del humedal se utilizó piedra partida y grava con diferentes granulometrías, allí se implantaron las gramíneas utilizadas. Se seleccionó la Vetiver (Chrysopogon zizanioides).

El sistema fue construido dos meses antes de su utilización con digerido. Durante el primer mes, posterior a su construcción, el humedal fue alimentado diariamente con agua de red y una mezcla de nutrientes (fósforo, nitrógeno y

potasio) utilizado en cultivos hidropónicos. El segundo mes, fue alimentado con efluente de tambo diluido con agua de red (30/70 % v/v de efluente/agua). Este periodo de adaptación fue realizado con el objetivo de estabilizar el sistema, y que las plantas insertadas en el humedal lograsen un buen desarrollo e implantación correcta en el medio soporte utilizado. El monitoreo del comportamiento del digerido dentro del humedal fue dividido en dos etapas: 1) periodo de aclimatación del humedal al digerido y 2) periodo de estabilidad. La tabla 1, muestra los principales resultados hallados para el digerido vacuno de entrada y el efluente de salida del humedal durante el periodo de estabilidad.

## Resultados

VARIABLE	VARIABLE	ESHA
DQO mg/L	10350,0 (950)	906,5 (16,2)
PT mg/L	271,8 (6,6)	26,0 (2,8)
NTK g/L	2,03 (0,04)	0,40 (0,22)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> g/L	1,75 (0,07)	0,27 (0,21)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Nd	4,76 (2,0)
Turbidez NTU	3820,1 (79,7)	369,6 (14,8)
K <sup>+</sup> mg/L	689,83 (64,56)	325,56 (26,45)
Na <sup>+</sup> mg/L	747,83 (32,95)	490,30 (19,98)
Zn+2 mg/L	5,02 (0,58)	0,53 (0,07)
Cu+2mg/L	6,45 (2,09)	0,48 (0,08)

**Tabla 1:** Características principales evaluadas a la entrada y salida del humedal artificial.

Resultados promedios con su desvío estándar; DV: digerido vacuno; ESHA: efluente de salida del humedal artificial en el periodo estable; Nd: no detectado; NTU: unidad nefelométrica de turbidez

## Parámetros físico químicos

La Tabla 1 muestra los principales resultados encontrados a la salida del humedal.

La CE presentó una disminución marcada en el efluente de salida luego del humedal, registrándose un promedio de 7,60  $\mu$ S/cm, evidenciando una remoción con respecto al digerido de entrada del 80%. Por otro lado, como puede observarse en la Tabla 1, la DQO y el PT presentaron elevadas remociones. Este comportamiento puede deberse a una combinación entre los mecanismos físicos y biológicos ocurridos dentro del sistema del humedal. La filtración física y la baja porosidad de la grava, provocaron que los sólidos orgánicos sean filtrados y atrapados en el humedal por largo tiempo, permitiendo de este modo una mejor biodegradabilidad de estos compuestos. Además, el fósforo puede ser absorbido y acumulado en diferentes formas iónicas, integrándose al metabolismo de la vegetación macrófita implantada, específicamente en el proceso fotosintético, fundamental en el desarrollo vegetal. Así mismo, el fosfato se encuentra disponible para ser absorbido por las plantas del humedal. Con respecto a los compuestos nitrogenados, pudo observarse que el NTK presentó una reducción del 85%, atribuyendo esta reducción a fenómenos de filtración, floculación, intercepción, sedimentación y a la actividad biológica en donde la asociación de plantas emergentes y comunidades microbianas desarrolladas en la superficie del lecho de soporte, utilizan este nutriente para su desarrollo. El amonio también presentó una elevada reducción (84%). Dentro de los mecanismos de remoción del amonio, se encuentra la oxidación biológica a nitritos y nitratos. La misma conlleva dos pasos principales, primero en presencia de oxígeno el amonio es convertido a nitrito por las bacterias estrictamente quimiotróficas y luego a nitrato por las bacterias facultativas quimiotróficas. El nitrato, no fue detectado en el digerido, sin embargo, pudo determinarse a la salida del humedal. El aumento de nitrato, obedece al proceso biológico mencionado anteriormente. La eficiencia de remoción de Zn+2 y Cu+2 fue

del 89% y 92%, respectivamente. Esta situación puede explicarse debido a que estos cationes son bioacumulados en las plantas y en el sustrato del humedal.

### **Organismos Patógenos**

El digerido vacuno presentó una concentración de Coliformes fecales y E. Coli promedio de 350 NMP/100 mL, mientras que no presentó *Salmonella* spp. Al evaluar la salida del humedal, se pudo observar aún la presencia de coliformes fecales y E. coli, pero en bajas concentraciones (4,5 NMP/100 mL). La reducción de los organismos patógenos, en este tipo de sistemas, es explicada debido a diferentes procesos. En primer lugar, se pueden mencionar los procesos físicos, los cuales reducen organismos viables debido a la acción de la filtración mecánica, la sedimentación y la exposición a rayos ultravioleta. En segundo lugar, están los procesos químicos, como la oxidación, la exposición a biocidas excretados por las plantas y la absorción por parte de la materia orgánica. Todos estos procesos han demostrado tener un papel fundamental en la reducción de la carga patogénica.

### **Conclusión y perspectivas futuras**

- El humedal artificial demostró ser eficiente en la reducción de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, turbidez, sales y organismos patógenos. Concluyendo su efectividad como sistema de post tratamiento del digerido anaeróbico.
- Se plantea como futuras líneas de investigación el aumento de escala del humedal, como así también la prueba con diferentes efluentes ganaderos y distintos materiales de relleno para su construcción.

# Tratamiento de la cama profunda mediante compostaje

## Introducción

La crianza de cerdos bajo el sistema de cama profunda genera un residuo sólido orgánico constituido por los materiales empleados como cama y las deyecciones. Si bien en el interior del túnel se inicia el proceso de degradación de este residuo es necesario un tratamiento posterior para evitar potenciales efectos negativos sobre el medio ambiente, la salud humana y los cultivos.

## Objetivo

- El objetivo del trabajo consistió en caracterizar el residuo proveniente del módulo demostrativo de cama profunda de la EEA Pergamino, tratarlo mediante compostaje y evaluar el compost obtenido.

## Metodología

A partir de los residuos de cama profunda se confeccionaron 8 pilas estáticas a las cuales se les evaluaron parámetros de madurez y estabilidad. Al producto final se lo caracterizó química y microbiológicamente y se lo empleó en un ensayo de fitotoxicidad con dos especies vegetales (*lactuca sativa* y *raphanus sativus*) y un ensayo de crecimiento de plantas (*raphanus sativus*) en macetas evaluando diferentes dosis.

## Resultados

Al salir del túnel el residuo resultó alcalino (pH 8.71), con elevada conductividad eléctrica (7.11 dS/m), baja relación C/N (14), inmaduro debido al elevado contenido de  $\text{NNH}_4$  (2597 mg/kg), con un Índice de Germinación de 147%, inestable (4333 mg  $\text{CO}_2/\text{kg.h}$ ), y que cumple con los parámetros microbiológicos respecto a coliformes fecales (370 NMP/gr) y *Salmonella* (ausencia). Si bien el residuo presentó ausencia de fitotoxicidad y adecuados parámetros microbiológicos, por los elevados contenidos de amonio, salinidad y actividad biológica no es aconsejable su aplicación directa sin un tratamiento previo. Transcurridos 5 meses las pilas alcanzaron madurez pero no se estabilizaron, probablemente

*Autores: Maria Juliana Torti*<sup>1</sup>

1. EEA INTA Pergamino

*Mail del autor principal:*  
[torti.maria@inta.gob.ar](mailto:torti.maria@inta.gob.ar)

debido a que no recibieron riego por lo cual el contenido de humedad (37%) resultó insuficiente. Al comparar los resultados obtenidos en las pilas con los parámetros de calidad de la normativa nacional vigente, cumplen con la mayor parte de los mismos a excepción de la producción de  $\text{CO}_2$  (en la totalidad de las pilas), el contenido de materia orgánica (en 6 pilas fue inferior al 20%), zinc y conductividad eléctrica (ambos parámetros en dos pilas mostraron valores superiores al límite para clasificarlo como compost clase A, pero dentro del rango para clasificarlo como clase B). El ensayo de fitotoxicidad evidenció un efecto de fitoestimulación de la germinación y el crecimiento y el ensayo en macetas mostró un buen desarrollo de la especie vegetal sin diferencias significativas entre las dosis de compost aplicadas (0-8-40-80 tn/ha.). Se concluye que el compostaje es un tratamiento viable para este residuo ya que disminuyó los contenidos de amonio y salinidad pudiéndose obtener un producto maduro aunque no estable. Al emplearlo con fines agronómicos no se obtuvo ningún efecto sobre la especie vegetal.

## Perspectivas a futuro

Para su aplicación en suelo sería necesario evaluar si incorporando riego y/o un residuo que mejore la relación C/N inicial es posible obtener un compost estable.

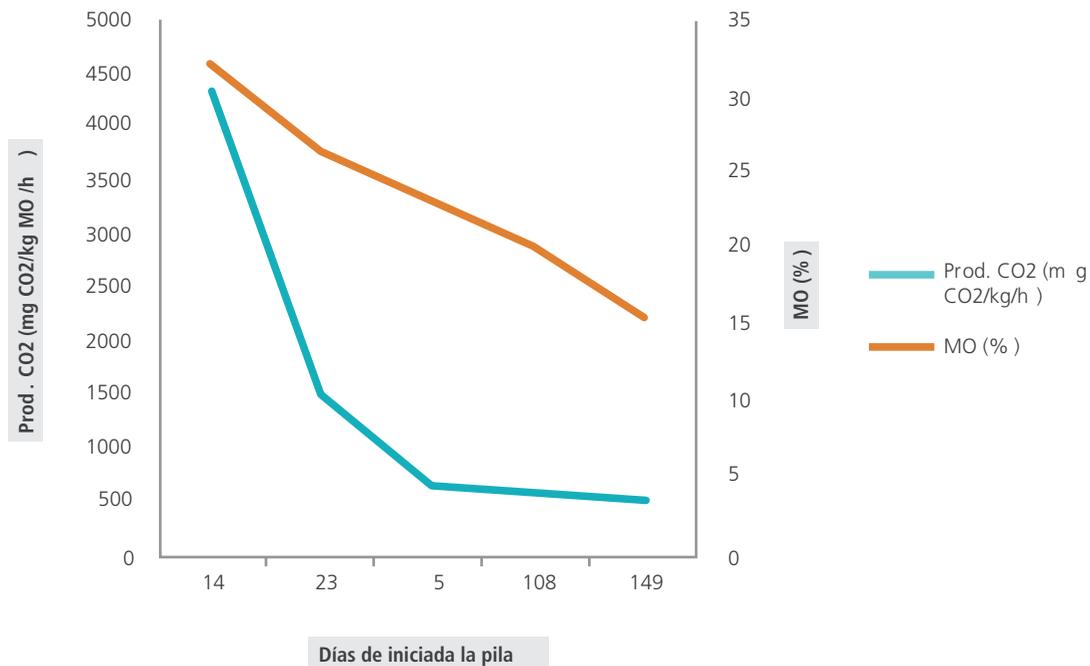


Figura 1. Valores promedio de la producción de CO2 y materia orgánica de las 8 pilas en función de los días de iniciada las pilas.

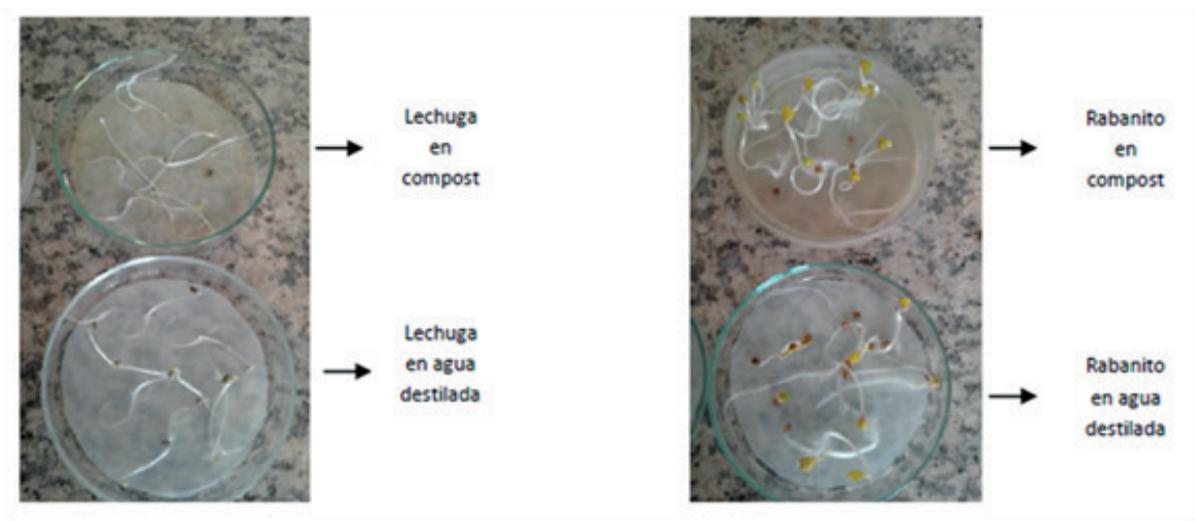


Figura 2. Ensayo de fitotoxicidad con dos especies vegetales (*Lactuca sativa* y *Raphanus sativus*).

# Evaluación de diferentes sistemas de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos generados en instalaciones de cama profunda

## Introducción

Durante los últimos años, en los sistemas de producción porcina, se ha adoptado un sistema que utiliza instalaciones tipo túneles: una estructura en forma de arco que sostiene una cubierta de polipropileno, en cuyo interior, se coloca como “cama” un material vegetal bien deshidratado.

De los túneles se retira una mezcla de residuos constituida por las deyecciones de los animales y el material utilizado como cama. El manejo inadecuado de estos residuos puede generar impactos negativos sobre el ambiente, la salud humana y los cultivos.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los residuos generados en las instalaciones de cama profunda y evaluar sistemas de compostaje para su tratamiento y valorización.

## Metodología

Se caracterizaron los residuos provenientes de diferentes túneles de cama profunda en cuatro sistemas productivos de la región pampeana, y posteriormente se evaluaron pilas de compostajes con distintos sistemas de aireación.

**Aireación pasiva:** resulta de la convección natural facilitada por la estructura del material.

**Volteo mecánico:** se basa en la utilización de maquinaria específica tipo removedora de compost y/o una pala mecánica.

## Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos indican que al momento que se retiran del túnel los residuos de cama profunda no están estables, ni maduros y contienen

***Autores:** Laura Magri <sup>1</sup>, Milagros Olleac <sup>2</sup>, Montico Sergio <sup>3</sup>, Beatriz Bonel <sup>3</sup>*

*1. Agencia de Extensión Arrecifes, EEA Pergamino, INTA, Argentina.*

*2. Agencia de Extensión Arrecifes, EEA AMBA, INTA, Argentina.*

*3. Cátedra de Manejo de Tierras Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.*

***Mail del autor principal:**  
[magri.laura@inta.gob.ar](mailto:magri.laura@inta.gob.ar)*

elevado contenido de organismos patógenos. Las características de los residuos varían de acuerdo a la densidad de animales y el tipo y cantidad de material utilizado como cama. En general tienen pH alcalino, elevada conductividad eléctrica y cantidades considerables de materia orgánica y nutrientes. La relación carbono/nitrógeno es menor a la recomendada para el compostaje, y el contenido de humedad suele ser superior al 50%, variando de acuerdo al manejo que se realiza dentro de las instalaciones productivas.

El material es apto para compostarse en sistemas al aire libre, mediante la construcción de hileras piramidales de 1,5 m de altura. El sistema de aireación adecuado varía de acuerdo a las características iniciales del residuo. Si la mezcla de las deyecciones y el material utilizado como cama contiene elevada humedad y alta densidad, es necesario utilizar un sistema de aireación mecánica para que el proceso avance correctamente. Si la mezcla contiene cantidades considerables de material vegetal (aproximadamente 10-15%) se debe utilizar un sistema de aireación mecánica para que el proceso avance correctamente.

madamente 90 kg por animal) el sistema pasivo puede avanzar correctamente.

En muchos casos obtener compost de calidad comercial o al menos con un amplio abanico de opciones de aplicación, requerirá acciones complementarias tales como proteger las pilas con mallas o recubrimientos que evite pérdidas de nutrientes por volatilización, protección contra posibles contaminaciones otras tecnologías que

deben ser probadas en diferentes condiciones para su recomendación.

Resulta necesario continuar adecuando las estrategias operativas para cada sistema de productivo, considerando que existen grandes diferencias en el manejo de la cama y en las técnicas de compostaje.



**Figura 1.** Pila de compost de residuos provenientes de instalaciones de cama profunda y removedora de compost.

# Selección de bacterias esporuladas aerobias celulolíticas para aumentar la tasa de degradación de biomasa vegetal

## Introducción

Un problema emergente en el sur y sureste de la provincia de Buenos Aires es la acumulación de rastrojos de maíz ricos en celulosa consecuencia de su monocultivo en siembra directa (Fig. 1A). Debido a las condiciones climáticas de estas zonas (bajas temperaturas durante el barbecho de cultivos), existe una acumulación de biomasa vegetal que restringe la degradación paulatina de estos rastrojos. Este proceso de acumulación provoca impedimentos en las fechas óptimas de siembra de los cultivos, y consecuentemente, la proliferación de microorganismos patógenos por la excesiva humedad conservada en el suelo. La incorporación de bacterias con persistencia natural y con capacidad de generar metabolitos celulolíticos podría ser una herramienta eficaz para acelerar la degradación natural de los rastrojos. Además, estas bacterias podrían reducir el establecimiento de microorganismos patógenos por competencia o producción de otros metabolitos que impidan su desarrollo.

## Objetivo

● Seleccionar bacterias aerobias formadoras de esporas capaces de degradar celulosa para desarrollar un inoculante que aumente la tasa de degradación de la biomasa vegetal. Además, se pretende evaluar la capacidad biocontroladora de cepas seleccionadas sobre hongos fitopatógenos.

## Metodología

Se incluyeron 428 cepas nativas y 97 exóticas de *Bacillus thuringiensis*, *Paenibacillus polymyxa* DSM36 y 7 cepas de bacterias esporuladas aerobias no identificadas a este momento. La capacidad de degradación de celulosa de estas bacterias se evaluó mediante pruebas cualitativas en placas con agar carboximetilcelulosa reveladas con rojo Congo (Fig. 1B). Se calculó la capacidad de hidrólisis (HC). *Paenibacillus xylanivorans* A59 y agua destilada estéril se incluyeron como controles po-

**Autores:** Diego Sauka <sup>1</sup>, Adolfo Torres <sup>1</sup>, Carlos Piccinetti <sup>1</sup>

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA), 1636 Hurlingham, Buenos Aires, Argentina.

**Mail del autor principal:**  
[sauka.diego@inta.gob.ar](mailto:sauka.diego@inta.gob.ar)

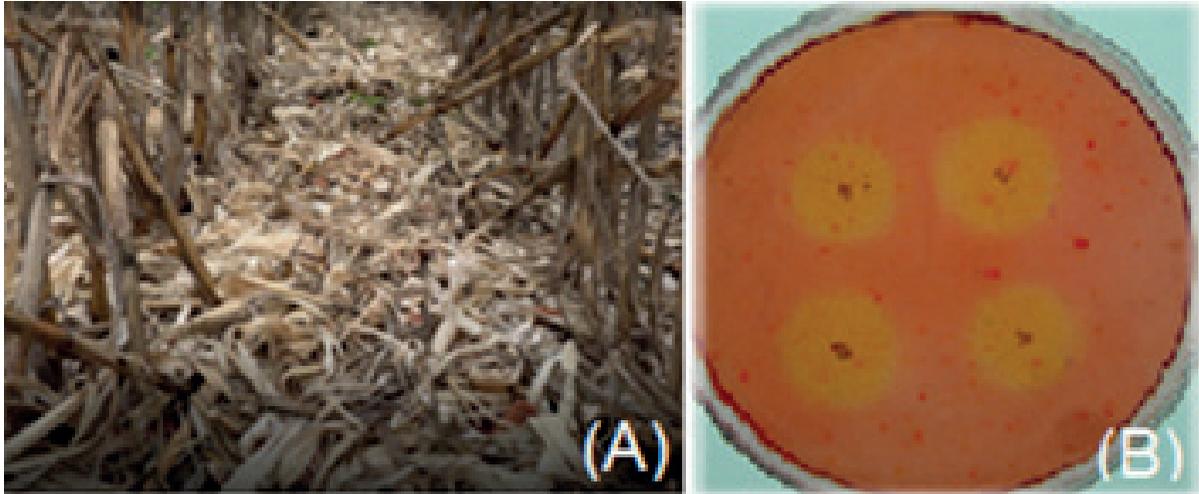
sitivo y negativo respectivamente. Posteriormente se seleccionó *P. polymyxa* DSM36 para realizar su enfrentamiento con 5 cepas de hongos fitopatógenos en placas con Agar Papa Dextrosa. Se calculó el porcentaje de biocontrol (%C).

## Resultados

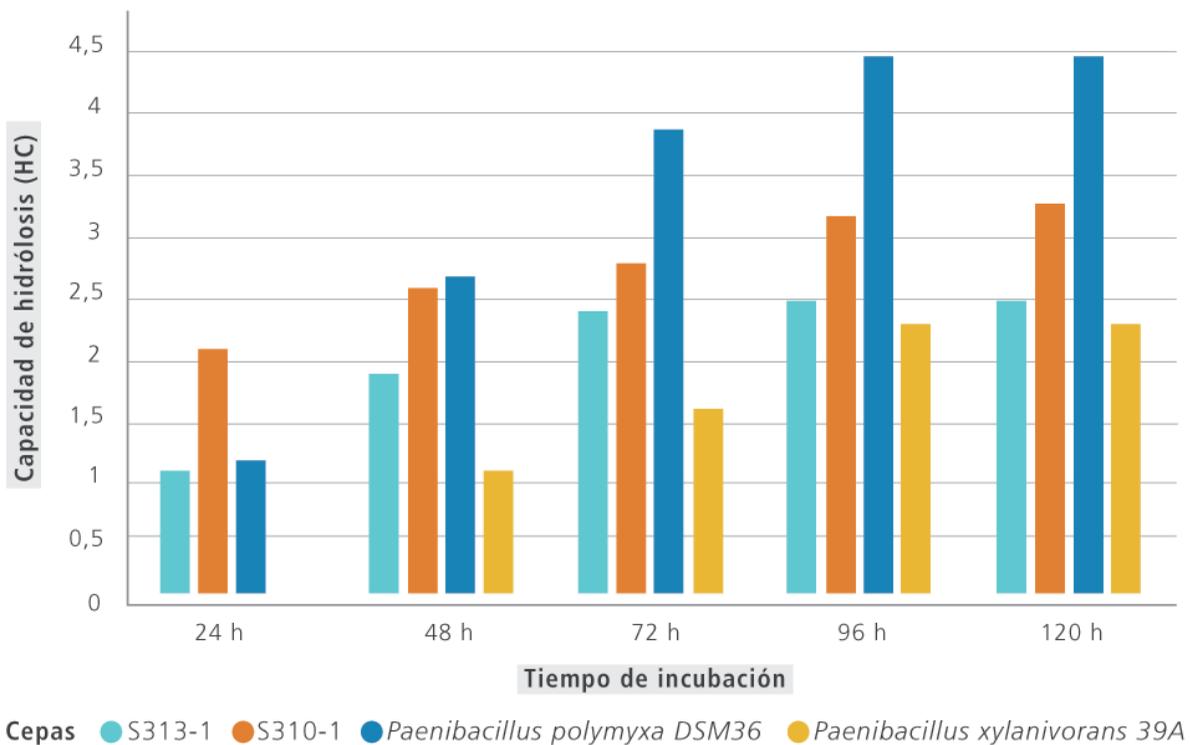
*Paenibacillus polymyxa* DSM36 resultó ser la bacteria celulolítica más eficiente con un índice HC de 4,2 tras 120 h de incubación. Le siguieron S310-1, S313-1 y A59 con índices HC de 3,2, 2,4 y 2,2. La actividad celulosa de estas bacterias aumentó con el tiempo de incubación (Fig. 2). Ninguna de las cepas de *B. thuringiensis* demostró actividad celulolítica. La cepa DSM36 produjo un buen %C sobre *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium graminearum* y *Drechslera tritici* con valores entre 29,7 y 13,5 (Fig. 3). La bacteria no fue capaz de controlar a *Rhizoctonia solani*.

## Perspectivas futuras

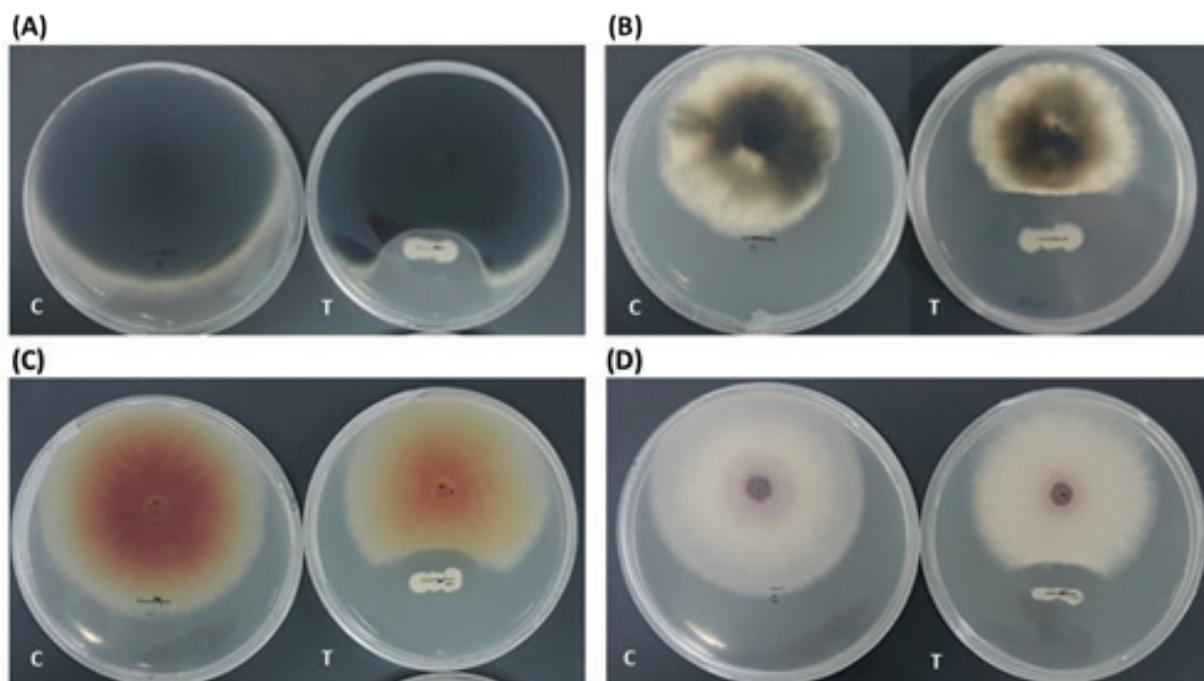
● Se están desarrollando estudios para cuantificar la actividad celulolítica de las cepas evidenciadas. Asimismo, se está optimizando un medio de cultivo para la producción y formulación de *P. polymyxa* DSM36 en un inoculante, y evaluándola



**Figura 1.** (A) Rastrojo de maíz en un campo agrícola del sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina). (B) Tinción con rojo Congo representativa de bacterias aerobias celulolíticas formadoras de esporas que producen las zonas hidrolíticas claras características alrededor de las colonias.



**Figura 2.** Representación gráfica de la capacidad de hidrólisis de bacterias aerobias formadoras de esporas en placas de agar carboximetilcelulosa en función del tiempo de incubación.



**Figura 3.** Imágenes representativas de enfrentamientos entre *Paenibacillus polymyxa* DSM36 y *Bipolaris sorokiniana* (A), *Dreschlera tritici* (B), *Fusarium graminearum* (C) y *Fusarium oxysporum* (D). C: control; T: tratamiento.

Resultados parciales de este trabajo fueron presentados en:

Torres, A.; Piccinetti, C.; Sauka, D. "Selection of cellulolytic aerobic spore-forming bacteria as an initial move to develop an inoculant that increases the degradation of plant biomass". 1st International Electronic Conference on Agronomy. Sciforum Platform. 3 al 17 de mayo de 2021. <https://iecag2021.sciforum.net/#session1856>

# Evaluación del proceso de digestión anaeróbica a escala piloto con orujo de manzana como único sustrato

## Introducción

En la región del Alto Valle de Río Negro se producen aproximadamente 100.000 Tn anuales de orujo de manzana proveniente de la industria de jugos concentrados y sidra. La acumulación de dicho residuo representa un pasivo ambiental que tiene un alto potencial de aprovechamiento como vector energético.

## Objetivo del trabajo

Debido a la falta de antecedentes sobre producción de biogás con este sustrato, se propuso evaluar la estabilidad del proceso con el orujo como único sustrato a escala piloto. Es importante conocer estos parámetros para facilitar el dimensionado de biodigestores como parte del tratamiento de los residuos de la industria e impulsar su transformación en biogás mediante digestores anaeróbicos como reemplazo de las fuentes fósiles de energía.

## Metodología

Para la experiencia se utilizó un biodigestor comercial marca Homebiogás de 0.6 m<sup>3</sup> ubicado debajo de un cobertor transparente tipo invernáculo. Se inoculó con estiércol porcino diluido en agua, y a los 47 días del inicio del ensayo se comenzó con la carga de orujo de manzana proveniente de una industria local. El tiempo de retención hidráulica (TRH), que es el tiempo que demora el residuo desde que ingresa al reactor hasta su salida, fue de 67 días y la Carga Orgánica Volumétrica (velocidad a la que se suministra la materia orgánica) fue de 0.975 kg SV/m<sup>3</sup>día (sólidos volátiles al día por metro cúbico de reactor). Diariamente se controló la temperatura del ambiente, dentro del cobertor y del reactor. Además, la presión del sistema, el volumen del biogás y su porcentaje de metano, el pH, la conductividad eléctrica y el potencial redox. Periódicamente se monitoreó la alcalinidad parcial y total, ácidos grasos volátiles (AGV), indicadores

**Autores:** Lucas Zanovello <sup>a</sup>, Sandra L. Bartucci <sup>a,b</sup>, Margarita Cesano <sup>b,c</sup>, Irene Martínez <sup>d</sup>, César Leal <sup>e</sup>.

a. Área de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región Patagonia, INTA

b. CONICET

c. CITAAC, Universidad Nacional del Comahue.

d. Escuela de producción, tecnología y medio ambiente, Universidad Nacional de Río Negro.

e. Becario PRO.CA.GRA

**Mail del autor principal:**

[zanovello.lucas@inta.gob.ar](mailto:zanovello.lucas@inta.gob.ar)

alfa y FOS/TAC (método que determina la capacidad de un medio para equilibrar su pH). La agitación se realizó mediante recirculado del digerido.

## Resultados

La experiencia arrojó que el Potencial Metanogénico del orujo de manzana evaluado es de 167 L CH<sub>4</sub>/Kg SV. El pH fue estable durante 104 días y en el mes de mayo se evidenció un descenso de la temperatura interna del reactor, produciendo acumulación de AGV con valores de alfa y FOS/TAC fuera del rango óptimo. Estos resultados son relevantes para la gestión del residuo, permitiendo su correcto tratamiento y valorización, obteniéndose un vector energético renovable, que puede ser utilizado directamente en los procesos térmicos de las industrias de jugo y sidra, y el digerido, una enmienda orgánica que puede reemplazar parcialmente a los fertilizantes químicos utilizados en el sector



**Figura 1.** Equipo de trabajo durante el ensayo con el biodigestor Homebiogas.



**Figura 2.** Detalle del biorreactor Homebiogas de 0.6 m<sup>3</sup>.

#### **Material Audiovisual**

[https://drive.google.com/file/d/1liU-jDa637KHA6N-mFsxaF3TFy8\\_\\_H2Uy/view](https://drive.google.com/file/d/1liU-jDa637KHA6N-mFsxaF3TFy8__H2Uy/view)

# Construcción de lecho filtrante con bio-carbón y plantas vetiver en ituzaingó, región metropolitana de Buenos Aires

## Introducción

En el Conurbano bonaerense, según los estudios de Bargiela (2022 par.2) hay más de 53% de habitantes sin servicio cloacal, constituyéndose una gran fuente de contaminación. Esta problemática trae como consecuencia, en sitios densamente poblados -del segundo y tercer cordón bonaerense- la colmatación de pozos ciegos, (agravada por la poca distancia entre pozos), saturación de la napa freática, y la desviación de las aguas grises domiciliarias a zanjas o pequeños canales pluviales que recorren las veredas y que en ocasiones se colmatan, sobre todo cuando llueve, inundando de aguas estancadas los entornos. Este escenario pone sobre el tapete la urgencia por dar respuestas técnicas a estos conflictos ambientales de la mano de la implementación de tecnologías de bajo costo y alto impacto positivo social. Un ejemplo de esto es la construcción de lechos filtrantes con agregado de Bio-Carbón y plantas Vetiver para mitigar la contaminación ambiental.

## Objetivo del trabajo

■ Construcción de un lecho filtrante para mitigar la contaminación por aguas grises estancadas en un canal a cielo abierto en la localidad de Ituzaingó.

## Metodología

El área de intervención se encuentra en el oeste del periurbano de la Región Metropolitana de Buenos Aires -RMBA- en el partido de Ituzaingó (Figura 1).

La metodología se desarrolló en 3 etapas: la elaboración del marco conceptual, el diseño del lecho filtrante y la construcción cooperativa. 1ª etapa: se realizó la elaboración del diseño en base a: qué es un lecho filtrante, las cualidades intrínsecas del Bio-Carbón para su óptima implementación y las ventajas de agregar las plan-

**Autores:** Zumalave Rey Beatriz <sup>1</sup>. (2022), Córdoba <sup>2</sup> Joaquín, Colloca <sup>3</sup>Miguel Ángel, Cossentino <sup>4</sup> Bruno, Vallejos <sup>5</sup> Jorge, Reynoso <sup>4</sup> Facundo,

1. Doctoranda en Medio Ambiente, Universidad de Girona. Investigadora. Instituto de Suelos. CIRN. INTA. Zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar

2. Máster en Ingeniería del Agua de la Universidad de Sevilla. Lic. en Biología Orientación Ecología IPAF Pampeano. INTA.

3. Mg. en Políticas Públicas, Dirección Nacional. INTA.

4. Tesis de grado (en elaboración). Facultad de Agronomía. Carrera Ciencias Ambientales. UBA.

5. Investigador independiente.

**Mail del autor principal:**

[zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar](mailto:zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar)

tas Vetiver. 2ª etapa: se procedió a la producción de Bio-Carbón. Asimismo, se diseñó de manera cooperativa -entre los diferentes actores interesados e intervinientes- las características constructivas del lecho filtrante para aguas grises. En el mismo diseño se agregaron plantas Vetiver, como especies fitorremediadoras del suelo y del agua. 3ª etapa: se procedió a la ejecución de la obra y la plantación (Figura 2).

En la jornada de trabajo participaron: Miembros del Proyecto (N° 0397-2018) “Humedales construidos en el Periurbano del AMBA para mitigar la contaminación por pozos ciegos”, con la tesis de grado, “Estudio y uso de Tecnologías para disminuir la contaminación por aguas resi-

duales domiciliarias” (Reynoso, 2022: en elaboración) y por otro lado, el Proyecto Disciplinario del INTA, I518, con la tesis: “Determinación de la concentración óptima de Bio-Carbón y análisis de la efectividad de la aplicación en la remediación de lagunas de tratamiento con efluentes porcinos” (Cossentino, 2022: en elaboración) y un investigador independiente. La Cooperativa “La German y Juana Azurduy” y la Municipalidad de Ituzaingó por medio de la Dirección de Políticas Ambientales (Imagen 2).

## Resultados

La construcción de lechos filtrantes con agregado de Bio-Carbón y plantas Vetiver está colaborando para reducir la contaminación ambiental.

## Perspectivas futuras

Se está planificando construir más lechos filtrantes con apoyo de la municipalidad.

## Referencias bibliográficas

Bargiela, M. 2022. Por el derecho y el acceso al agua potable en barrios vulnerables del AMBA. Revista Digital Agronomía Informa. Interés general, Mié, 09/03/2022 - 10:31. <https://www.agro.uba.ar/noticias/interes-general-news/por-el-derecho-y-el-acceso-al-agua-potable-en-barrios-vulnerables-del-amba>

# SITIO DE INTERVENCIÓN

Calle de la Guitarra, Villa Udaondo, partido de Ituzaingó



**Figura 1.** Área de intervención.

Fuente: Compilación propia con datos de <https://www.mininterior.gov.ar>



**Figura 2.** El antes y el después de la zanja o canal pluvial y el equipo de trabajo interviniente.

# Construcción de horno pirolizador para la elaboración de bio-carbón

## Introducción

Se propone utilizar Bio-Carbón, proveniente de la caña de Bambú, como herramienta para el manejo de los efluentes porcinos que permite: reducción de las emisiones, modificar el contenido de nutrientes y aumentar la concentración de O<sub>2</sub>, disminuir la carga de metales pesados y patógenos. Para lograrlo es necesario contar con un horno pirolítico. Tal es el caso del horno pirolítico según el modelo Tailandés para hornos artesanales, desarrollado en el marco de la tesis, en elaboración, “Determinación de la concentración óptima de Bio-Carbón y análisis de la efectividad de la aplicación en la remediación de lagunas de tratamiento con efluentes porcinos”.

## Objetivo

- Construcción en dos jornadas de trabajo de un horno pirolítico para la elaboración de Bio-Carbón.

## Metodología

Para la construcción del horno se utilizan dos tambores de chapa de 200 litros cada uno. Los mismos se acoplan entre sí y se le hacen diversos orificios que funcionan como entradas de aire continuo a fin de evitar emisiones de humo a la atmósfera y asegurar la liberación solamente de vapor de agua (Mai, 2018:18). El horno pirolizador utilizado para la obtención de Bio-Carbón es altamente eficiente en cuanto al uso del calor utilizado y sumamente sustentable (Cossentino & Vallejos, 2022. Registro de diseño propio: R. P.I. en trámite).

El primero de los tambores se emplea como sistema de horno teniendo en toda su base perforaciones en forma de colador donde desde allí permitirá entradas de aire y el segundo como sistema de tapa-chimenea con entradas de aire alrededor en formas triangulares (se utiliza para ello solamente 1/4 del barril). A este último se le agrega una tubería de zinc en la parte superior central (a fin de asegurar un buen tiraje de los vapores liberados).

**Autores:** Zumalave Rey, Beatriz <sup>1</sup>, Cossentino <sup>2</sup>, Bruno, Gerolimich <sup>3</sup>, Nicolás & Vallejos <sup>3</sup>, Jorge.

1. Doctoranda en Medio Ambiente, Universidad de Girona. Investigadora. Instituto de Suelos. CIRN. INTA.
2. Tesis de grado (en elaboración). Facultad de Agronomía. Carrera Ciencias Ambientales. UBA.
3. Investigador independiente.

**Mail del autor principal:**

[zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar](mailto:zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar)

Como sistema de contenedor interno, se utiliza un tambor metálico de 20 litros con tapa donde se rellena por completo con los residuos de caña bambú previamente cortados de manera uniforme en forma de varillas con el objetivo de que la cocción sea lo más pareja posible.

Se coloca el contenedor una vez lleno, dentro del horno, se recubre a su alrededor de leña pequeña y se inicia la combustión. Posteriormente se coloca la tapa-chimenea y se alimenta el fuego agregando leña durante la cocción y se inicia la producción de Bio-Carbón. La duración de cocción va de 60 a 120 minutos siendo recomendable superar los 100 minutos para lograr mejor calidad de Bio-Carbón (Shanmugam, 2022:6).

## Resultados

Como resultado del curso impartido en dos jornadas de trabajo, se construyó un horno pirolítico y se entregó material didáctico a los presentes.

## Perspectivas futuras

La elaboración de Bio-Carbón y su utilización en lagunas de tratamiento con efluentes porcinos es recomendable ya que, se logra una mayor eficiencia en el consumo de los recursos disminuyendo los impactos negativos a través del manejo integral ambiental sostenible.

## Referencias bibliográficas

Mai, C. The Basics of Biochar. 2018. Warm Heart Foundation. Thailand. <https://assets.echocommunity.org/presentations/66c16ae7-39a6-419d-beb4-50635becb1bf/biochar-basics.pdf>

Shanmugam, V., Sreenivasan, S. N., Mensah, R. A., Försth, M., Sas, G., Hedenqvist, M. S., & Das, O. (2022). A Review On Combustion And Mechanical Behaviour Of Pyrolysis Biochar. *Materials Today Communications*, 103629. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2352492822004937?token=C054D67FF2A345CBF4B559CA7A302E9FoF3D965F3CoC1C8A59BEA23F4B1D410530341F2E2E2FBE67783F9BC8CB80DC-F8&originRegion=us-east-1&originCreation=20220517130645>



**Figura 1.** Equipo que construyó el horno pirolítico: de izquierda a derecha: Jorge Vallejos, Bruno Cossentino y Nicolás Gerolimich. Fuente: B. Zumalave 2021.



**Figura 2.** Puesta a punto del horno pirolítico. Fuente: B. Zumalave 2021.

# Elaboración de bio-carbón

## Introducción

Si los efluentes porcinos no son tratados adecuadamente pueden generar contaminación puntual y difusa en el suelo, aire y agua. La contaminación puede agravarse por eventos extremos como inundaciones, lluvias o sequías extremas y afectar la salud de las personas generando enfermedades respiratorias y en la piel, entre otras, de manera aguda y crónica.

Se propone utilizar Bio-Carbón, proveniente de la caña de Bambú, como herramienta para el manejo de los efluentes porcinos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, modificar el contenido de nutrientes y aumentar la concentración de O<sub>2</sub>, disminuir la carga de metales pesados y patógenos.

## Objetivo

• Elaboración de Bio-Carbón en un horno pirolítico artesanal según el modelo Tailandés.

## Metodología

Por definición, el Bio-Carbón es un material sólido obtenido de una conversión termoquímica (pirólisis) de biomasa en un ambiente limitado de oxígeno (Ahmad et al., 2014: 20). Dicho de otro modo, la pirólisis es un proceso de descomposición de la materia orgánica bajo condiciones anóxicas (o de muy baja concentración de O<sub>2</sub>) a altas temperaturas (a partir de 300 °C hasta 900 °C). Las propiedades fisicoquímicas del Bio-Carbón varían de acuerdo con la materia orgánica utilizada como insumo (Zhang, 2019:50). En este caso, el material empleado, es la caña de bambú, que como explica Cesare Cora (2019: 2), las fibras de bambú presentan ventajas en comparación con las fibras sintéticas, como ser de alta resistencia y bajo peso, siendo estas características las que hacen a esta materia prima interesante. Su escaso contenido de humedad en peso fresco hace que la producción se optimice obteniendo un 70% del volumen final con respecto al volumen de biomasa inicial. Ade-

*Autores: Zumalave Rey, Beatriz<sup>1</sup>, Cosentino, Vanina Rosa Noemí<sup>2</sup>, Colloca, Miguel Ángel<sup>1</sup>, Cossentino<sup>3</sup>, Bruno, Facundo Reynoso<sup>3</sup> & Vallejos Jorge<sup>4</sup>.*

- 1. Doctoranda en Medio Ambiente, Universidad de Girona. Mg. en Gestión Ambiental. Investigadora. Instituto de Suelos. CIRN. INTA. 1. Mg. en Políticas Públicas. Lic. en Administración de Empresas. Dirección Nacional. INTA.*
- 2. Doctora en Ciencias Agropecuarias, Universidad de Buenos Aires. Investigadora. Instituto de Suelos. CONICET. CIRN. INTA.*
- 3. Tesis de grado (en elaboración). Facultad de Agronomía. Carrera Ciencias Ambientales. UBA.*
- 4. Investigador independiente*

*Mail del autor principal:*

*[zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar](mailto:zumalaverey.beatriz@inta.gob.ar)*

*[cosentino.vanina@inta.gob.ar](mailto:cosentino.vanina@inta.gob.ar)*

más, la caña de bambú es extremadamente fibrosa y porosa, lo que facilita la formación de micro- y nano-poros en su estructura interna durante la pirólisis (Imagen 1).

Para el proceso de producción se utilizan trozos de igual tamaño de caña de bambú como materia orgánica insumo. (Imagen 2). La misma es colocada dentro del horno pirolizador y se calienta con leña durante aproximadamente 100 minutos a 600 °C.

## Resultado

Como resultado se obtiene Bio-Carbón.

## Perspectivas futuras

La elaboración de Bio-Carbón y su utilización en lagunas de tratamiento con efluentes porcinos es recomendable ya que, se logra una mayor eficiencia en el consumo de los recursos disminuyendo los impactos negativos a través del manejo integral ambiental sostenible.

## Referencias bibliográficas

Ahmad, M., Rajapaksha, A. U., Lim, J. E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., ... Ok, Y. S. (2014). Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemosphere*, 99, 19–33.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653513015051>

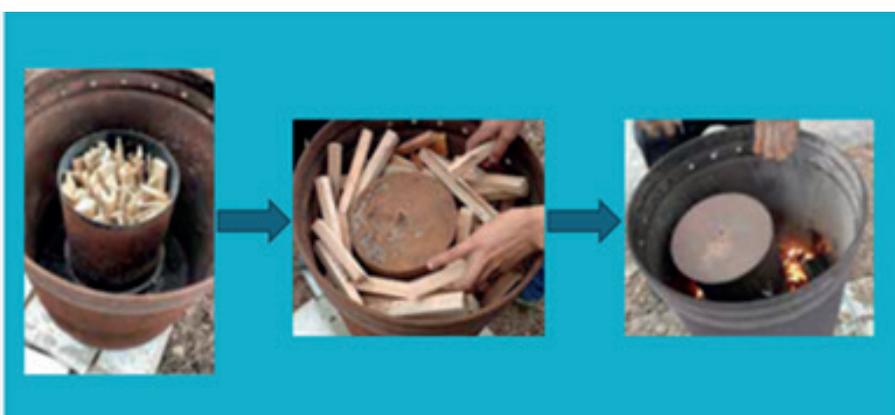
Cesare Cora, MF. 2019. Caracterización Química Y Física Del Bambú. Cadena de valor del bambú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Colombia. [https://www.researchgate.net/publication/338213960\\_CHARACTERIZACION\\_QUIMICA\\_Y\\_FISICA\\_DEL\\_BAMBU\\_CHEMICAL\\_AND\\_PHYSICAL\\_CHARACTERIZATION\\_OF\\_BAMBOO](https://www.researchgate.net/publication/338213960_CHARACTERIZACION_QUIMICA_Y_FISICA_DEL_BAMBU_CHEMICAL_AND_PHYSICAL_CHARACTERIZATION_OF_BAMBOO)

Zhang, C., Shan, B., Jiang, S., & Tang, W. (2019). Effects of the pyrolysis temperature on the biotoxicity of *Phyllostachys pubescens* biochar in the aquatic environment. *Journal of Hazardous Mate-*



**Figura 1.** Vista del horno pirolítica y el Bio-Carbón obtenido.

Fuente: Bruno Cossentino (2021).



**Figura 2.** Varillas de caña de Bambú para la fabricación de Bio-Carbón.

Fuente: Cossentino & Vallejos (2021).

# Gestión de subproductos de la extracción de aceite de oliva. Obtención de un abono orgánico líquido

## Introducción

Durante el proceso de extracción de aceite de oliva se genera un subproducto semisólido compuesto por pulpa, carozo y agua de vegetación de aceitunas comúnmente denominado alperujo (Figura 1) que presenta diversas dificultades asociadas a su gestión. En la actualidad no tiene valor comercial y las alternativas para su reutilización son limitadas. Por cada 1.000 kg de aceituna, se obtienen 800 kg de alperujo. Este subproducto posee elevada humedad (60 -80%) y alta proporción de materia orgánica (98 % b. s.) constituida principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, además de una fracción lipídica remanente (2-8% b. s.) y niveles de compuestos fenólicos (2000-10000 ppm) que condicionan sus usos agrícolas por sus efectos tóxicos sobre algunos cultivos y organismos menores. Respecto al contenido de macronutrientes, posee niveles de N, P y K cercanos al 1%.

## Objetivo

- El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un procedimiento industrial para extraer los compuestos fenólicos presentes en el alperujo y obtener una fracción líquida, libre de fenoles y enriquecida en nutrientes, factible de ser empleada como abono orgánico líquido para la producción de plantines de cultivos hortícolas.

## Metodología

Se aplicaron tratamientos térmicos (70ffC, 60 min) a lotes de 200kg de alperujo utilizando la termobatidora industrial de la línea de extracción de aceite de oliva, con ligeras adaptaciones para alcanzar las condiciones preestablecidas (Figura 2). Posteriormente, se obtuvieron fracciones líquidas enriquecidas en nutrientes y compuestos fenólicos por centrifugación mediante el decanter industrial (3500g). Mediante columnas de adsorción se removieron los compuestos fenólicos (Figura 3) y se obtuvieron las fracciones líquidas desfenolizadas

*Autores: Rodríguez Manuel<sup>1</sup>, Bueno Luis<sup>1</sup>, Monetta Pablo<sup>1</sup>*

*1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-EEA-San Juan.*

*Mail del autor principal:*

*[rodriguez.manuel@inta.gob.ar](mailto:rodriguez.manuel@inta.gob.ar)*

con elevada cantidad de nutrientes. Las fracciones líquidas libres de fenoles se almacenaron (Figura 4), se caracterizó su composición química y finalmente se evaluó su aptitud como fertilizante para la producción de plantines de tomate durante la etapa de crecimiento en vivero. Las fracciones líquidas se diluyeron al 5% v/v, y se aplicaron de dos maneras. Una con el agregado de nitrógeno (0.03%) hasta compensar el formulado comercial utilizado por el vivero y otra sin agregados. Además, como tratamiento control se realizaron riegos con agua, y como tratamiento comercial se utilizó un formulado químico estándar utilizado por el vivero. Todos los tratamientos se regaron de igual manera y con el mismo volumen de agua. Durante todo el período de crecimiento se mantuvo condiciones controladas de humedad ambiental y temperatura. La duración del ensayo fue de 8 semanas. Finalmente, se determinó altura, peso fresco y contenido foliar de macronutrientes (Figura 5).

## Resultados

La tabla 1 muestra los principales parámetros relacionados a la composición química de la fracción líquida obtenida. En cuanto al contenido de macronutrientes se pueden observar elevados niveles de P y K, y bajos niveles de N, motivo por el cual se incluyó un tratamiento con adición de nitrógeno exógeno. Al finalizar las 8 semanas de aplicación

se observó una respuesta similar (altura, materia seca, nutrientes foliares) entre los plantines con tratamiento comercial y los tratadas con la fracción líquida enriquecida con nitrógeno, en un segundo grupo se observaron los plantines con la fracción líquida sin nitrógeno agregado y por último aquellos regados únicamente con agua (testigo) (Figura 6).  
 das de trabajo, se construyó un horno pirolítico y se entregó material didáctico a los presentes.

### Perspectivas futuras

- El potencial fertilizante de la fracción líquida obtenida mostró capacidad para aportar el contenido de K y P requerido por un cultivo en etapa de vivero. El contenido de N de dicha fracción fue muy bajo, por lo que este nutriente debería ser aportado a través de otras fuentes. En líneas generales el procedimiento industrial aplicado se presenta como promisorio para gestionar los subproductos de la industria olivícola ya que permitió obtener una fracción líquida rica en nutrientes apta para su uso como fertilizante orgánico líquido descrita en este trabajo, además de un concentrado fenólico con capacidad antioxidante y una fracción sólida libre de fenoles apta para su aprovechamiento por tecnologías de compostaje, que no fueron descritas en detalle en este trabajo.

PARÁMETRO	FRACCIÓN LÍQUIDA
CE (dS/m)	12,98
pH	4,87
Materia orgánica (%)	1,70
Cenizas (%)	3,15
Nitrógeno (mg/L)	302
Fósforo (mg/L)	2795
Potasio (mg/L)	5390

**Tabla 1.** Composición química de la fracción líquida empleada como abono orgánico líquido.



**Figura 1.** Imagen representativa de una balsa de alperujo.



**Figura 2.** Termobatidora industrial (200kg/h) empleada para realizar los tratamientos y obtener la fracción líquida desfenolizada.



**Figura 3.** Columna de adsorción (escala de laboratorio) utilizada para recuperar fenoles y obtener fracción líquida desfenolizada.



**Figura 4.** Recolección (A) y almacenamiento (B) de fracción líquida desfenolizada.



Figura 5. Imagen general de tratamientos aplicados.

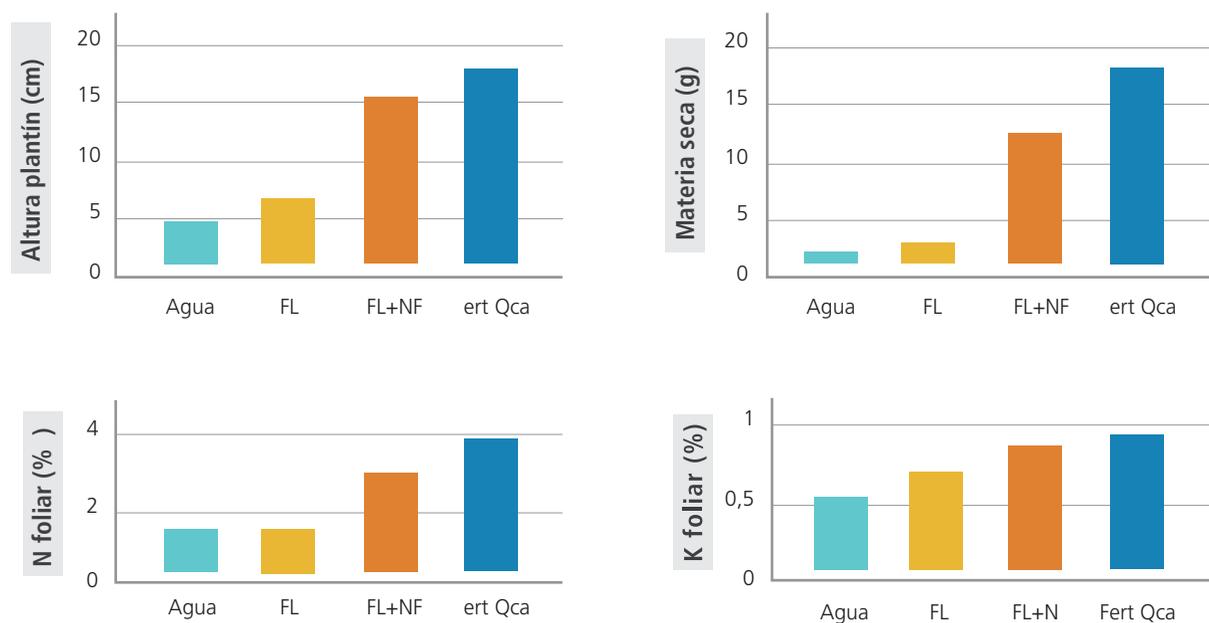


Figura 6. Parámetros de crecimiento y nutrición deplántines de tomate luego de 8 semanas de aplicación de tratamientos. Barras azules indican la respuesta con agua, verdes con fracción líquida sin nitrógeno agregado, rojo con fracción líquida con nitrógeno agregado y gris fertilizante químico.

# Corrección del pH del compost de corteza de pino con polvo de roca basáltica

## Introducción

Una característica a considerar en los sustratos antes de su uso es el pH, cuyo rango recomendado para la mayoría de las plantas cultivadas en contenedor es entre 5,3 a 6,8 (Abad et al., 2001). En este rango la mayoría de los nutrientes mantiene su máximo nivel de solubilidad (Barbaro et al., 2021). En la provincia de Misiones, uno de los componentes más empleados para la formulación de sustratos es el compost de corteza de pino (CCP), producto final del compostado de materiales provenientes de aserraderos y descortezadoras de madera. En la formulación del sustrato se lo emplea en forma pura o en mezcla con otros componentes como turbas, cascarilla de arroz, fibra de coco u otros compost.

En general, el CCP empleado en la provincia posee valores de pH inferiores a 5,8 (Barbaro et al., 2019). Por lo tanto, en especial si se lo utiliza en forma pura, se recomienda realizar una corrección previa. En este sentido, se sugiere la adición de calcáreos, siendo la cal dolomítica ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) la más empleada para dicho fin (Altland & Jeong, 2016; Shreckhise et al., 2019). Es de destacar que la calidad de los correctores depende de los siguientes factores: pureza del material, forma química, tamaño de las partículas y poder relativo de neutralización total (PRNT) (Velooso et al., 1992).

Por otro lado, los suelos rojos profundos de la provincia de Misiones ocupan el 32,7% de la superficie, representado principalmente por Ultisoles y, en menor medida, por Alfisoles y Oxisoles. Estos suelos fueron originados a partir de la profunda alteración de la roca basáltica toleítica de la Formación Serra Geral, mediante intensos procesos de meteorización (Moretti et al., 2020). Estas rocas basálticas son de origen volcánico y tienen entre 45 a 52% de  $\text{SiO}_2$ , presentan una coloración oscura, normalmente gris o negra, y cuando se alteran

**Autores:** Lorena Alejandra Barbaro<sup>1</sup>, Barbara Iwasita<sup>1</sup>, Monica Alejandra Karlanian<sup>2</sup>, Esteban Rubio<sup>2</sup>.

1. EEA Cerro Azul, INTA;
2. Instituto de Floricultura, INTA. Ruta Nacional 14, Km 1085 (N3313) Cerro Azul, Prov. de Misiones.

**Mail del autor principal:**  
[barbaro.lorena@inta.gob.ar](mailto:barbaro.lorena@inta.gob.ar)

pueden presentar coloraciones rojizas, verdosas o pardas (Ciccioli, 2017). La mineralogía primaria del basalto está dominada por plagioclasas cálcicas, piroxenos y otros minerales accesorios como óxidos de hierro, cuarzo y olivina (Teruggi, 1955).

La roca poco alterada actualmente es explotada para la producción de áridos mediante canteras a cielo abierto, empleados tradicionalmente para la obtención de triturados pétreos y como roca para la construcción civil (Ciccioli, 2017). De esta explotación, en la planta de trituración se obtiene un residuo fino comúnmente llamado “polvo de roca basáltica” o “harina de roca”. Si bien, este residuo ha sido estudiado como fertilizante y enmienda de suelos (Swoboda et al., 2022), aún la investigación sobre su uso es limitada, en especial como aditivo en los sustratos.

## Objetivo

- Evaluar el polvo de roca basáltica de bajo grado de alteración como corrector para incrementar el pH del CCP utilizado como sustrato en comparación con la dolomita.

## Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Cerro Azul, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Misiones, Argentina (27° 37' S, 55° 26' O).

Para el ensayo se utilizó un CCP elaborado en la provincia de Misiones por Interamericana S. A., cuyo valor de pH era 4,97; CE, 0,51 dS m<sup>-1</sup>; densidad aparente, 192 kg m<sup>-3</sup>; humedad, 52%; espacio poroso total, 88%; poros con aire, 51%; capacidad de retención de agua 37%; materia orgánica, 81%; partículas mayores a 3,5 mm, 18%; partículas entre 3,5 y 1 mm, 47% y partículas menores a 1 mm, 35%. Cal dolomítica marca MICARGENTINA® y polvo de roca basáltica (PRB) proveniente de la cantera Nedel-PetreoMix ubicada en Puerto Rico, Misiones.

Se conformaron siete tratamientos con tres repeticiones: un testigo sin corrección y 3 dosis de cada corrector. Las dosis se establecieron igualando el contenido de CaO (dosis A: 38,9%, dosis B: 77,8% y dosis C: 116,7%). Por lo tanto, las dosis fueron: 1, 2 y 3 g de dolomita y 0,74; 1,48 y 2,22 g de PRB por litro de compost. Cada unidad experimental era una bolsa de polietileno semi cerrada que contenía 5 litros de compost más el corrector, la cual semanalmente se agitaba para oxigenar el compost y se incorporaba 250 ml de agua destilada para mantener la humedad (50%). El ensayo finalizó a los 31 días de incorporado el corrector.

En el Laboratorio de Suelos, Sustratos y Material vegetal de la EEA Cerro Azul se analizó a la dolomita y al PRB el porcentaje de partículas >2mm; entre 2mm a 1mm, entre 1 a 0,250 mm y <0,250 mm, mediante una tamizadora vibratoria durante 10 minutos en forma intermitente (Ansorena Miner, 1994). El % de CaO y MgO mediante digestión nítrico perclórica (AOAC, 2000). Y con los datos obtenidos, se calculó la Eficiencia Relativa (ER):  $(\% \text{ CaO} \times 1,79) + (\% \text{ MgO} \times 2,48)$ ; el Poder de Neutralización (PN): suma de cada tamaño de partícula mencionado multiplicado por 0; 0,2; 0,6 y 1 respectivamente; y el Poder Relativo de Neutralización Total (PRNT):  $(\text{PN} \times \text{ER}) / 100$  (Tedesco et al., 1995). Por otro lado, al inicio, cada siete días y al finalizar

el ensayo se midió el pH y la conductividad eléctrica (CE) de cada tratamiento en una relación 1/5 vol/vol de compost/agua, con un conductímetro (Hanna®) y un medidor de pH (Oakton®) (Barbaro et al., 2021). Además, al finalizar el ensayo se midió en el Laboratorio de Sustratos del Instituto de Floricultura del INTA se midió la concentración de calcio, magnesio, potasio, zinc, manganeso, cobre y hierro analizados en el filtrado de una solución 1/5 vol/vol, con un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian®) y el fósforo con un espectrofotómetro de UV visible (Unicam®) mediante técnica colorimétrica de Bray and Kurtz, (1945). Los resultados se expresaron en mg L<sup>-1</sup>.

Los datos de pH, CE y nutrientes obtenidos en el ensayo se sometieron a análisis de varianza y Test de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparación de medias. Con los valores semanales de CE de cada tratamiento se calculó el coeficiente de variación (CV). El software estadístico utilizado fue el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo et al., 2011).

## Resultados y discusión

El PRB tuvo mayor porcentaje de calcio y la dolomita de magnesio (Tabla 1). El mayor contenido de calcio en el PRB estaría relacionado con la presencia de plagioclasas y minerales ferromagnesianos ricos en calcio.

Si bien la dolomita presentó valores de ER, PN y PRNT mayores, el PRB tuvo valores alentadores (Tabla 1). En este sentido, el PN del PRB fue mayor al carbonato de calcio puro cuyo valor es: 100, material con el que se relacionan los correctores para conocer su capacidad de neutralización (Molina, 1998); la ER también fue alta, por lo que su finza permitiría una adecuada velocidad de reacción (Molina, 1998). Además, según Koche et al., (1989) la clasificación de calcáreos para su comercialización y calidad se establece en rangos de PRNT: A) 45 a 60%; B) 60 a 75%; C) 75 a 90%; D) 90%. Es decir, que mientras mayor sea el PRNT, más reactivo es el material encalante y el PRB resultó tener un valor de PRNT en el rango D.

En los tratamientos con menor a mayor dosis de dolomita se obtuvieron valores de pH entre 6,0 a

7,3 y en los tratamientos con PRB entre 5,9 a 6,7 (Figura 1). Es decir, que ambos correctores incrementaron el pH del compost de CCP.

Con respecto a los nutrientes solubles (Tabla 2), al finalizar la corrección se observó que la disponibilidad de fósforo disminuyó en todos los tratamientos en relación al compost no corregido, pero no hubo diferencia entre los tratamientos con menor dosis de ambos correctores y el tratamiento con compost sin corregir. En cambio, el potasio aumentó en todos los tratamientos corregidos en comparación al no corregido, observándose un aumento con el incremento de la dosis de cada corrector. La mayor concentración de potasio fue en el tratamiento con 3 g L-1 de dolomita, el cual se diferenció de los restantes tratamientos ( $P < 0,0001$ ). La disponibilidad de calcio y magnesio en todos los tratamientos corregidos aumentó en comparación al compost no corregido, aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de menor dosis de ambos correctores y el compost sin corregir. Ambos nutrientes aumentaron con el incremento de las dosis, el tratamiento con 3 g L-1 de dolomita tuvo las mayores concentraciones diferenciándose de los restantes ( $P < 0,0001$ ). Los tratamientos con PRB tuvieron las menores concentraciones de magnesio.

Con respecto a los micronutrientes, no hubo diferencias significativas en la concentración de zinc entre todos los tratamientos ( $P: 0,0755$ ). El manganeso presentó menor concentración en los tratamientos con mayor dosis de ambos correctores con diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ). La concentración de cobre fue mayor en el tratamiento sin corrección y con 1 g L-1 de dolomita y se diferenciaron de los tratamientos con 3 g L-1 de dolomita, 1,48 g L-1 y 2,22 g L-1 de polvo roca basáltica ( $P < 0,0001$ ). La concentración de hierro fue mayor en el tratamiento sin corrección diferenciándose de los restantes tratamientos ( $P < 0,0001$ ). Además, su concentración fue disminuyendo desde la menor a mayor dosis de cada corrector.

Los resultados obtenidos fueron coincidentes por los alcanzados por Peterson (1980) y Altland &

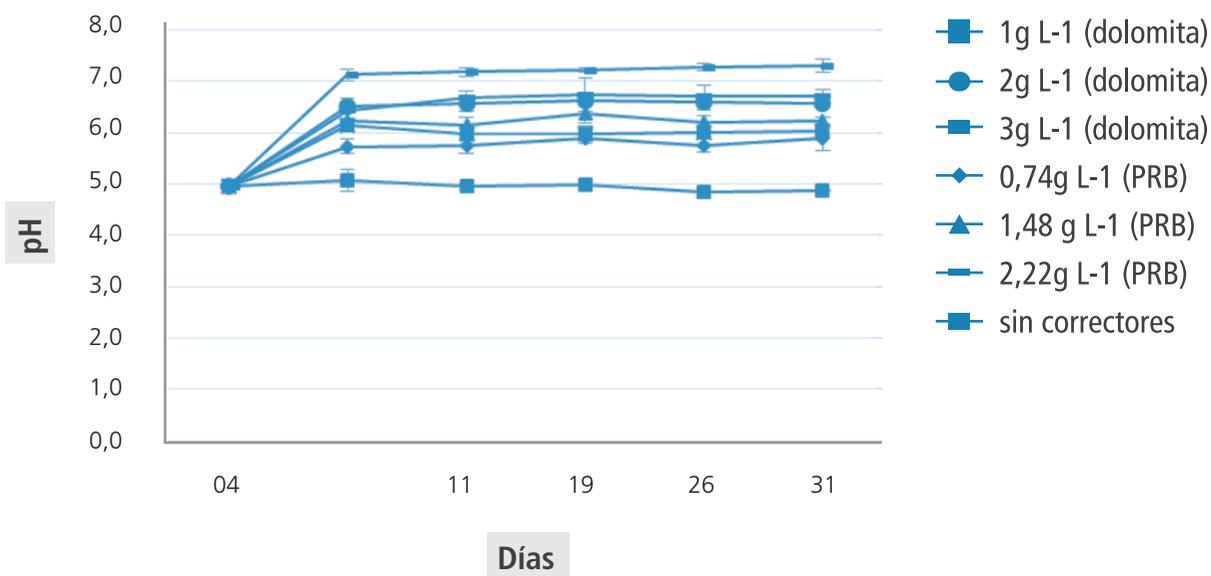
Buamscha (2008), quienes cuantificaron en sustratos orgánicos la solubilidad de nutrientes en diferentes niveles de pH. Los autores concluyeron que la disponibilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre decrece con el aumento del pH. En cambio, la concentración de calcio y magnesio se incrementa. En relación a esto último, es de destacar que tanto el calcio como el magnesio proveniente de los correctores se liberan y están potencialmente disponibles para la absorción de la planta (Altland & Jeong, 2016).

La CE en los tratamientos durante el mes de corrección fue baja, los valores finales (0,49 a 0,53 dS m-1) fueron similares a los iniciales (0,48 a 0,50 dS m-1). En este sentido, valores bajos de CE en un sustrato permite el manejo de los nutrientes minerales según los requerimientos del cultivo mediante la fertilización (Landis et al., 2000).

En conclusión, el PRB poco alterada fue efectivo para subir el pH del CCP a los valores recomendables para su uso como sustrato. Con la incorporación de 0,74 g L-1, el compost cuyo valor inicial

PARÁMETRO	DOLOMITA	PRB
Partículas >2mm (%)	0	0
Partículas 2mm - 1mm (%)	0	0
Partículas 1-0,250 mm (%)	0	24
Partículas <0,250 mm (%)	100	76
CaO (%)	39	53
MgO (%)	27	5
ER	100	90
PN	133	106
PRNT	133	96

**Tabla 1.** Características de la dolomita y el polvo de roca basáltica (PRB). ER: Eficiencia relativa, PN: poder de neutralización, PRNT: poder relativo de neutralización total.



**Figura 1.** Valores de pH del CCP de cada tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo. PRB: Polvo de roca basáltica. Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95%.

ELEMENTO (mg L-1)	CCP +1gL <sup>-1</sup> (Dolom.)	CCP +2gL <sup>-1</sup> (Dolom.)	CCP +3gL <sup>-1</sup> (Dolom.)	CCP +0,74 gL <sup>-1</sup> (PRB)	CCP +1,48 gL <sup>-1</sup> (PRB)	CCP +2,22 gL <sup>-1</sup> (PRB)	CCP sin corregir
P	1,99 ab	1,16 b	1,32 b	2,02 ab	1,67 b	1,67 b	2,35 a
K	56,18 d	78,73 b	97,25 a	54,99 d	68,75 c	76,62 b	34,19 e
Ca	2,99 e	33,41 c	97,88 a	4,33 e	25,13 d	49,37 b	1,6 e
Mg	2,70 de	50,89 b	143,77 a	2,19 de	5,01 d	12,23 c	0,76 e
Zn	0,27 a	0,14 a	0,15 a	0,13 a	0,15 a	0,13 a	0,22 a
Mn	0,23 a	0,19 b	0,13 d	0,24 a	0,21 b	0,15 c	0,25 a
Cu	0,19 a	0,15 ab	0,10 bc	0,11 abc	0,09 bc	0,06 c	0,19 a
Fe	15,57 b	2,64 d	0,58 d	13,01 b	12,08 bc	6,06 cd	31,49 a

**Tabla 2.** Contenido de P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y Fe soluble al final del ensayo. PRB: Polvo de roca basáltica, Dolom.: dolomita. Letras distintas de una misma fila indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) test de Tukey.

## Perspectivas futuras

Se continuará con la evaluación del polvo de roca basáltica de bajo grado de alteración: 1) mezclado con dolomita debido al aporte nutricional de cada producto, 2) Corrección de otros componente ácidos como la turba de Sphagnum, 3) Tiempo de acción como corrector de pH durante el desarrollo de la planta y/o plantín según el sistema de cultivo. Además, se difundirá su uso ya que localmente no es muy empleado.

## Bibliografía

Abad, M; P Noguera & S Burés. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresour. Technol.* 77(2):197-200.

Altland, JE & KY Jeong. 2016. Dolomitic lime amendment affects pine bark substrate pH, nutrient availability, and plant growth: A review. *HortTechnology* 26(5):565-573.

Altland, JE; MG Buamscha & DA Horneck. 2008. Substrate pH affects nutrient availability in fertilized Douglas Fir Bark substrates. *HortScience* 43(7):2171-2178.

Ansorena Miner, J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. p. 172. 1<sup>ffi</sup> ed. Mundi prensa, Madrid, España. 172 pp.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 17<sup>th</sup> edition. Vol. I y II. Ed. Dr. W. Horwitz. Maryland. USA.

Barbaro LA; D Sisaro; S Stancanelli & MS Soto. 2021. Polvo de ladrillo como sustrato para techos verdes extensivos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 37(1):81-91.

Barbaro LA; MA Karlanian; P Rizzo & N Riera. 2019. Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 5(2):126-136.

Bray, RH & LT Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59:39-45

Ciccioli, SE. 2017. Caracterización geológica y ambiental del área de Eldorado, provincia de Misiones: aptitud de los materiales geológicos para uso cerámico y otros alternativos Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata.

Di Rienzo, JA; F Casanoves; MG Balzarini; L González; M Tablada & YC Robledo. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>, (8):195-199.

Koche, A; J Hanasiro; AD Santos; AMS Romero; MD Lavigne; JA Guidolin & JC Alcarde. 1989. Análise de corretivos agrícolas. São Paulo: Associação Nacional para difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. 30 pp.

Landis, TD; RW Tinus; SE McDonald & JP Barnett. 2000. Manual de viveros para producción de especies forestales en contenedor. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. Washington, Estados Unidos. 67 pp.

Molina, E. 1998. Acidez de suelo y encalado. ACCS, San José de Costa Rica. 45 pp.

Moretti, LM; HJM Morras; SE Barbaro & FA Alvarenga. 2020. Susceptibilidad magnética y posibilidad de aplicación para la génesis y cartografía de suelos de Misiones. 27 Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes, Argentina. p. 1386-1391.

Peterson, JC. 1982. Effects of pH upon nutrient availability in a commercial soilless roots medium utilized for floral crop production. Ohio State University and Ohaio Reseach and Develoment Center. *Cir.* 268. 19 pp.

Shreckhise, JH; JS Owen Jr; MJ Eick; AX Niemiera; JE Altland & SA White. 2019. Dolomite and micronutrient fertilizer affect phosphorus fate in pine bark substrate used for containerized nursery crop production. *Soil Sci Soc Am J.* 83(5):1410-1420.

Swoboda, P; TF Döring & M Hamer. 2022. Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: A review. *Sci. Total Environ.* 807: 150976.

Tedesco, MJ; C Gianello; CA Bissani; H Bohnen & SJ Volkweiss. 1995. Análises de solo, plantas e outros materiais, Porto Alegre. 174 pp.

Teruggi, M. 1955. Los basaltos tholeiíticos de Misiones. *Notas Museo de La Plata, XVIII, Geol.* N° 70:259-278.

Veloso, CAC; AL Borges; AS Muniz & IA Veigas. 1992. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agricola*, 49:123-128.

# Efecto del agregado de enmiendas en la estructura y en la mejora del ingreso de agua al suelo

## Introducción

En Entre Ríos, el sistema de producción agrícola continuo bajo siembra directa ha ido generando una estructura laminar o platiforme (P) en los suelos, ocasionando impedimento al ingreso de agua de lluvia y su movimiento en el perfil (Figura 1). Para resolver esta problemática de la degradación de la estructura del suelo, se evaluó la potencialidad de enmiendas orgánicas e inorgánicas generadas en la región.

Con la necesidad de disposición final y valoración de los residuos provenientes de las producciones animales intensivas de la avicultura surge como alternativa de enmienda orgánica la “cama de pollo” (C), que es el sustrato sobre el que se desarrolla la crianza del pollo parrillero. Está compuesta por materiales como cáscara de arroz, aserrín o virutas de pino o eucaliptus, junto a restos de alimento, plumas y deyecciones de las aves. A su vez, en Entre Ríos existen industrias que, además de comercializar yeso natural o “crudo” destinado a la construcción, elaboran yeso agrícola, para uso como enmienda o corrector de suelos.

## Objetivos

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar y cuantificar los cambios en el corto plazo producido por los aportes de “cama de pollo” y de yeso agrícola sobre la estructura del suelo y el efecto sobre el ingreso de agua al perfil del suelo.

## Abordaje metodológico

Se implantó en el año 2014 un ensayo en un lote cuyo suelo pertenece a la Serie Tezanos Pinto (Argiudol ácuico) con rotación Soja–Maíz, en SD por 15 años en la EEA de Paraná del INTA. En dicho ensayo se efectuaron cuatro tratamientos: aplicaciones superficiales de cama pollo (C)

**Autores:** Emmanuel Gabioud<sup>1</sup>, Mariela Seehaus<sup>1</sup>, Natalia Van Opstal<sup>1</sup>, Carolina Sasal<sup>1</sup>, Marcelo Wilson<sup>1</sup>

1. Departamento Recursos Naturales y Gestión Ambiental-INTA-EEA Paraná. Ruta 11. Km 12.5. (3100). Oro Verde. E. Ríos. Argentina.

**Mail del autor principal:**

[gabioud.emmanuel@inta.gov.ar](mailto:gabioud.emmanuel@inta.gov.ar)

(dosis de 7,5 Mg ha<sup>-1</sup> de C seca) sin incorporar, yeso agrícola (Y) (3 Mg ha<sup>-1</sup>), combinación de ambas (C+Y) y testigo fertilizado (T).

Se realizó la descripción visual del estado estructural usando el método del Perfil Cultural (PC) (Gautronneau & Manichon 1987). Por medio de esta técnica, se determinaron y cuantificaron las distintas estructuras presentes: Gamma ( ) ; Laminar (P); Phi ( ) y Delta(f) (Figura 2) en el perfil de suelo en una trinchera de 2 m de ancho por 0,5 m de profundidad (Figura 3). Se determinó además Carbono orgánico del suelo (COS) a cada tratamiento.

## Resultados obtenidos y perspectivas futuras

Al cabo de 20 meses post aplicación, se registró un incremento significativo del COS (0,42%) en los primeros 5 cm de profundidad (Tabla 1), no observándose cambios entre los 5 a 15 cm.

En cuanto al estado estructural del suelo se aprecia que 2 meses después de la aplicación de las enmiendas no se registraba presencia de estructura Gamma ( ), que es de aspecto migajoso y con alta

porosidad visible al ojo. Sin embargo, luego de los 12 meses post aplicación hubo un notable incremento de este tipo de estructura, en detrimento de la estructura P, destacándose el tratamiento con cama de pollo (Figura 4). Siguiendo esta trayectoria, al cabo de 20 meses post aplicación de las enmiendas se registró el efecto del agregado de C sola o combinada con Y, que presentaron la mayor proporción de (26,1 y 25,4 %, respectivamente) y una disminución de 5 cm del espesor de P entre el tratamiento C en comparación con Y y T.

La utilización de enmiendas de disponibilidad regional evidenció potencialidad como estrategia a

corto plazo para remediar la estructura degradada y modificar parámetros asociados al ingreso del agua en suelos limosos de la zona agrícola de Entre Ríos.

## Conclusiones

El agregado de cama de pollo, sola o combinada con yeso, evidenció un efecto positivo en la estructura del suelo a nivel superficial debido al incremento en el COS en los primeros 5 cm de profundidad, mejorando el ingreso de agua al suelo que se vio reflejado en el aumento de la proporción de estructura gamma, en detrimento de la estructura laminar o platiforme, dado principalmente por el fomento de la actividad biológica del suelo.

		Profundidad (cm)			
		0-5		5-15	
Tratamientos	T	2,08	c	1,38	a
	Y	2,33	ab	1,47	a
	C+Y	2,48	a	1,37	a
	C	2,47	a	1,47	a

**Tabla 1.** COS (%) para dos profundidades (0-5 y 5-15cm) a los 20 meses post aplicación de los tratamientos (T: testigo, Y: yeso, C+Y: cama pollo y yeso y C: cama pollo). Letras distintas indican diferencias significativas para una misma profundidad (LSD Fisher  $p < 0.05$ ).



**Figura 1.** Fotografía del horizonte superficial de un Argiudol ácuico bajo SD donde se realizó medición de infiltración con colorante Blue Brilliant y se destaca la presencia de estructura laminar y su limitante al ingreso de agua al perfil. Extraído de Sasal 2012.

**Figura 2:** Descripción de los tipos de estructuras identificadas en los perfiles culturales.



**Gamma ( $\Gamma$ ):** estructura granular y migajosa resultante de la aglomeración de pequeñas partículas por efecto del clima, actividad biológica y la materia orgánica. Presenta alta porosidad visible y superficie rugosa.



**Platy (P):** estructura con agregados delgados y poros orientados principalmente en forma horizontal en forma de "milhojas).



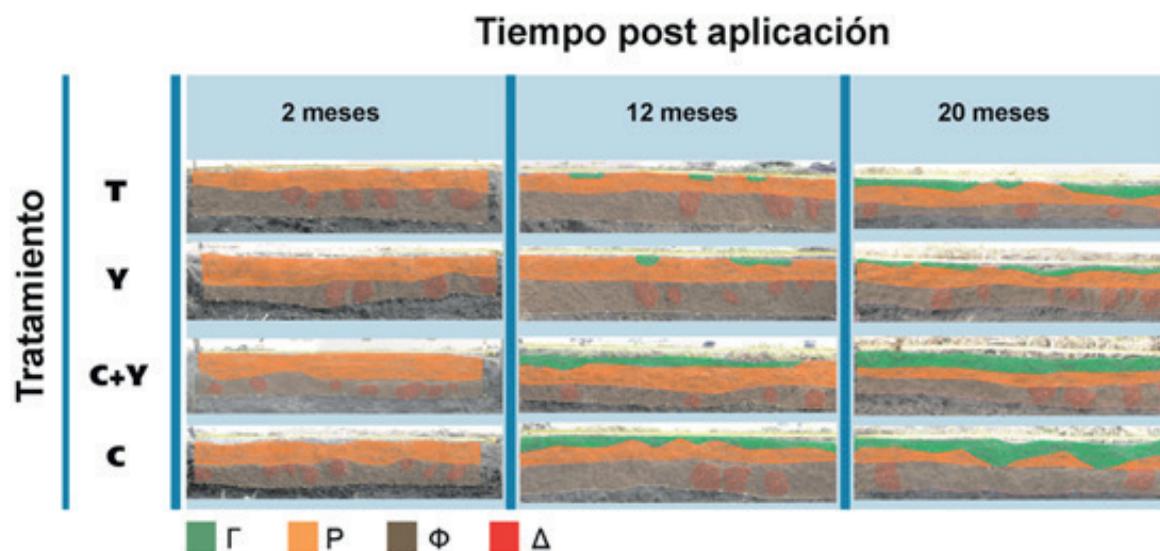
**Phi ( $\Phi$ ):** estructura masiva con porosidad estructural visible entre agregados constitutivos y terrones, resultante de procesos de fragmentación de estructuras compactadas con fisuras orientadas en todas las direcciones.



**Delta ( $\Delta$ ):** zonas compactas con estructura masiva delimitada en base a la ausencia de porosidad visible, con elevada cohesión y con caras de ruptura lisa.



**Figura 3.** Descripción a campo e imagen analizada de un perfil cultural. Los colores corresponden a distintas estructuras (verde: gamma; naranja: laminar; rojo: delta y marrón: phi).



**Figura 4.** Descripción visual del cambio en la distribución en el Perfil Cultural de las estructuras. Columnas representan el tiempo post aplicación, y las filas representan los tratamientos de las enmiendas (T: testigo; Y: yeso; C+Y: cama pollo y yeso; C: cama pollo). Los distintos colores representan las estructuras halladas: verde  $\Gamma$ , naranja P, marrón  $\Phi$  y rojo  $\Delta$ .

# Utilización de purines de tambo como fertilizante en secuencia de cultivo maíz silo-ryegrass

## Introducción

La adecuada utilización de purines provenientes de los establecimientos lecheros resulta una fuente de nutrientes con potencial fertilizante (Charlón et al., 2006). Las actuales exigencias de manejo de purines a los productores de la provincia de Buenos Aires llevan a planificar su aplicación en los lotes de producción. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el rendimiento de la secuencia de cultivos maíz para silo - ryegrass y monitorear las propiedades químicas en el suelo bajo diferentes dosis de purines.

## Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un lote de establecimiento de producción lechera de la cuenca Oeste de Buenos Aires. El diseño del experimento fue en parcela dividida con tres repeticiones. Para el cultivo de maíz se evaluaron 2 factores: a) lámina de purines aplicadas a la siembra: 0 [0T], 5 mm ha [5S] y 15 mm ha-1 [15S] y lámina de purines aplicadas en V6: 5mm ha-1 [V65], V6; 15 mm ha-1 [15V6] y b) dosis de nitrógeno (N) en forma de urea al 46%: 0, 60 y 120 kg ha-1 aplicadas en V6. . Para el cultivo de ryegrass (RG) se utilizaron tres láminas de purines (0, 5 y 15 mm ha-1) aplicadas a la siembra en los mismos sitios donde se aplicó el purín en el cultivo antecesor. Las aplicaciones se realizaron a dosis fijas y sobre la superficie del suelo (sin incorporación). Previo a cada aplicación del purín se analizó materia seca (MS), nitrógeno (Nt), fósforo (P), calcio (Ca), pH y conductividad eléctrica (CE). Las variables de suelo evaluadas post-cosecha del cultivo de maíz fueron P, materia orgánica (MO), Nt, pH y CE. Los datos fueron analizados mediante modelos lineales mixtos con una corrección espacial del tipo exponencial.

*Autores: Emilia López Seco <sup>1</sup>; Alicia Otero <sup>2</sup>; Mirian Barraco <sup>3</sup>; Pablo Cañada <sup>4</sup>*

*1. AER INTA Lincoln; 2. AER INTA General Villegas; 3. EEA INTA General Villegas; 4- AACREA*

*Mail del autor principal:  
[lopezseco.emilia@inta.gov.ar](mailto:lopezseco.emilia@inta.gov.ar)*

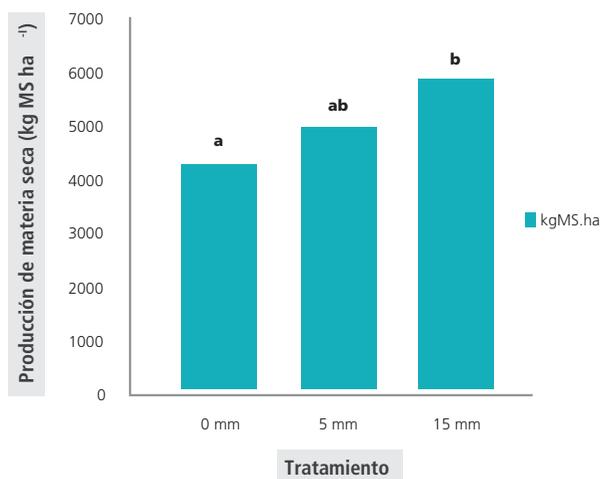
## Resultados y discusión

Los análisis del purín en las tres aplicaciones realizadas mostraron variaciones en la composición, con rangos de: 1,36% - 2,21% de Nt; 0,20 % - 0,26% de P; 0,9% - 1,25% de Ca; 6 - 8,7 de pH; 8,2 dS m-1 - 10,9 dS m-1 de CE. El aporte mínimo y máximo de N en kg ha-1 del purín fue de 42 y 147, respectivamente. En maíz no se observó respuesta a las dosis de purín aplicada ( $P = 0,67$ ) pero sí a la dosis de N en forma de urea ( $P < 0,01$ ), sin interacción entre los factores "lámina aplicada y "dosis de N" ( $P = 0,92$ ). En promedio la producción de biomasa fue de 19326, 19490 y 22027 kg MS ha-1, para 0, 60 y 120 kg ha-1 de N como urea, respectivamente. La falta de respuesta al N aportado por los purines podría deberse a las condiciones climáticas de los días posteriores a su aplicación. Durante los cuatro días posteriores se registraron temperaturas que alcanzaron los 30,2 fñC - 43,5 fñC y acumulado de lluvia de 37,5 mm y 66,7 mm, para S y V6 respectivamente. Los análisis de suelo posteriores a la cosecha del maíz mostraron que hubo diferencias significativas entre los niveles de P de las diferentes estrategias de fertilización en las profundidades 0-10 cm ( $P < 0,1$ ) y 10- 20 cm ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 1). Las estrategias de aplicación de purines evaluadas mostraron diferencias significativas en los valores de MO, Nt, pH y CE en los primeros 0-10 cm de

profundidad de suelo (Cuadro 1). No se observaron diferencias significativas en los valores de cationes y CIC entre las dosis aplicadas. Las dosis de purín aplicadas en RG tuvieron efecto sobre la producción de biomasa ( $P < 0,10$ ; Figura 1). El equivalente en N de las aplicaciones en RG fue de 42 kg ha<sup>-1</sup> (5 mm ha<sup>-1</sup>) y 127 kg ha<sup>-1</sup> (15 mm ha<sup>-1</sup>). Al finalizar el ciclo del cultivo se detectó en los primeros 0-10 cm un aumento significativo ( $P < 0,05$ ) en los niveles de sodio entre los tratamientos de 0 mm (0,10 cmol kg<sup>-1</sup>) y 15 mm (0,33 cmol kg<sup>-1</sup>).

**Cuadro 1.** Contenido de fósforo extractable (P, ppm), materia orgánica (MO, %), nitrógeno total (Nt, %), pH y conductividad eléctrica (CE,  $\mu\text{s m}^{-1}$ ) en 0-10 y 10-20 cm de profundidad de suelo posterior a la cosecha de maíz para silo entre los diferentes tratamientos de purines (0T; 5S;5V6;15S;15V6). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada profundidad de suelo evaluada ( $P < 0,05$ ).

ITEMS	PROF (cm)	DOSIS Y MOMENTO DE MOMENTO DE APLICACIÓN				
		0T	5S	5V6	15S	15V6
P (ppm)	0-10	71,01 b	71,54 b	75,68 a	75,98 a	75,68 a
		33,5 b	37,34 a	31,1 b	44,13 a	35,53 b
MO (%)	0-20	3,19 b	3,06 b	3,52 ab	3,55 ab	3,63 a
Nt (%)	0-10	0,17 ab	0,16 b	0,18 a	0,18 a	0,18 a
pH	0-10	5,86 b	6,04 a	6,04 a	5,94 ab	6,09 a
CE , $\mu\text{s m}^{-1}$		489 b	495 b	600 ab	588 ab	722 a



**Figura 1.** Rendimiento de Ryegrass en kg de MS de acuerdo a la dosis de purín aplicada: 0; 5 y 15 mm de lámina. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,1$ ).

## Conclusiones

En las condiciones en las que se realizó el ensayo se observaron efectos significativos de las dosis de purín evaluadas sobre la producción de biomasa de RG, sin detectar respuesta sobre el cultivo de maíz para silo antecesor. Algunas propiedades de suelo incrementaron su valor en los primeros cm de profundidad de suelo (0-10 cm, principalmente) por lo que se recomienda el monitoreo de las mismas para disminuir el impacto a mediano y largo plazo. La variación en la composición química del purín muestra la importancia del análisis previo a la aplicación. Se requiere intensificar estudios sobre el efecto de aplicaciones reiteradas sobre propiedades de suelo.

## Links

- [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12766/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EEAVillegas\\_L%C3%B3pez\\_Seco\\_E\\_Utilizaci%C3%B3n\\_de\\_purines\\_de\\_tambo\\_como\\_fertilizante\\_en\\_secuencia\\_de\\_cultivo\\_ma%C3%ADz\\_silo-ryegrass.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12766/INTA_CRBsAsNorte_EEAVillegas_L%C3%B3pez_Seco_E_Utilizaci%C3%B3n_de_purines_de_tambo_como_fertilizante_en_secuencia_de_cultivo_ma%C3%ADz_silo-ryegrass.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12766/INTA\\_CRBsAsNorte\\_EEAVillegas\\_L%C3%B3pez\\_Seco\\_E\\_Utilizaci%C3%B3n\\_de\\_purines\\_de\\_tambo\\_como\\_fertilizante\\_en\\_secuencia\\_de\\_cultivo\\_ma%C3%ADz\\_silo-ryegrass.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12766/INTA_CRBsAsNorte_EEAVillegas_L%C3%B3pez_Seco_E_Utilizaci%C3%B3n_de_purines_de_tambo_como_fertilizante_en_secuencia_de_cultivo_ma%C3%ADz_silo-ryegrass.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

---

El trabajo fue presentado como comunicación en el 43° Congreso anual de la Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA).

# Utilización agronómica de purines de tambo

## Introducción

La intensificación de los sistemas productivos de la región da como resultado una mayor generación y concentración de residuos pecuarios en los predios. La falta de gestión de dichos residuos ocasiona riesgos ambientales y productivos: por un lado la acumulación de los mismos en áreas reducidas (corrales, pistas de comida, lagunas, etc.) y por otra la disminución de algunos nutrientes claves (fósforo, calcio) en los lotes de producción por la escasa tasa de reposición por fertilización.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de estiércol bovino sobre lotes de producción de forraje.
- Mitigar la deficiencia de nutrientes básicos del suelo mediante la aplicación de efluentes de tambo.
- Generar información local sobre esta práctica.

## Metodología

El ensayo se realizó en el establecimiento “La Julia”, ubicado en el partido de Tres Lomas y dedicado a la actividad lechera. El mismo cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes que consta de Tamizado y 3 piletas de decantación.

El ensayo consistió en aplicar el purín sobre una rotación Maíz / Trigo / soja, en dosis de 30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, previo a la siembra de maíz y 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> previo a la siembra de los otros cultivos.

El diseño fue en bloques aleatorizados, en parcelas de 430 m<sup>2</sup> (50 m x 8,60 m)

Se establecen 4 tratamientos: testigo (T), aplicación de efluente superficial (E), aplicación de efluente con incorporación (Ei), fertilización química del productor (Fq) con 70 kg ha<sup>-1</sup> de Fosfato

*Autores: Graciela Varillas <sup>1</sup>, Marina Maekawa <sup>1</sup>*

*1. AER INTA Trenque Lauquen*

*Mail del autor principal:  
[varillas.graciela@inta.gob.ar](mailto:varillas.graciela@inta.gob.ar)*

monoamónico (PMA). El distanciamiento entre hileras es de 0,527m.

Se cosecharon 2 surcos centrales de 5 m de largo (5 m<sup>2</sup>).

Determinaciones:

1- **Suelo:** a) Químicos: análisis de suelo a la siembra y a la cosecha de cada cultivo para determinar pH, % MO, CE, P total, N total y P extractable. Al inicio y final del ensayo se agregó Bases (Ca, Mg, K) y CIC. Para ello se tomarán muestras de 0-10 cm y 10-20 cm para las determinaciones.. b) Físicos: penetrometría al momento de la siembra. c) Balance agua: contenido de agua hasta los 2 m a la siembra y MF de los cultivos.

2- **Efluente:** análisis químico al momento de aplicar para determinar CE, sólidos totales, P total, N total, Ca, Mg, K y Na, dado la variabilidad de estos materiales.

3- **Cultivo:** densidad, rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>). Para rendimiento se contarán las plantas a cosecha y se evaluará el rendimiento en grano y sus componentes sobre una superficie de al menos 5 m<sup>2</sup> (2 surcos por 5 metros a 0,525m de distanciamiento).

## Resultados obtenidos

**Cultivos:** Los rendimientos obtenidos expresados en kg ha<sup>-1</sup> fueron: para maíz 7534 (T), 83397 (E), 8380 (Ei) 7390 (Fq) . Para trigo 2607 (T),

2499 (E), 3011 (Ei), 2921(Fq). Para soja 1889 (T), 2326 (E), 2057(Ei), 1882 (Fq). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,005$ ) en ninguno de los tratamientos.

El agua disponible (AD) para Maíz fue 314 a 334 mm, para trigo 250 a 279 mm y 400 a 430 mm para soja. La eficiencia de uso del agua (EUA) están dentro de los valores normales para la zona 23 mm kgMS<sup>-1</sup> para maíz, 10 mm kgMS<sup>-1</sup> para trigo y 6 mm kgMS<sup>-1</sup> para soja.

Los nutrientes aportados por las 3 aplicación de los purines se muestran en la tabla 1

NUTRIENTE	APORTES kg ha <sup>-1</sup>	REQUERIMIENTOS kg ha <sup>-1</sup>	% APORTADO
Nitrógeno	51,6	410,05	12,58
Fósforo	21	59,77	35,13
Calcio	18,4	64,67	28,45
Magnesio	8,5	64,67	13,14
Potasio	15,1	282,53	5,34

*Se observa un mayor aporte de Fósforo y Calcio, en relación a los otros nutrientes, pero apenas cubren el 35% y 28% respectivamente de los requerimientos.*

**Tabla 1.** Total de nutrientes aportados por los purines, requerimientos totales de los cultivos y porcentaje de la demanda cubiertos.

## Perspectivas futuras

- Si bien los resultados no muestran diferencias significativas respecto del rendimiento de los cultivos debido al escaso aporte de cada nutriente, consideramos que debemos seguir evaluando otros aspectos del cultivo como desarrollo de raíces, y aspectos físicos de suelo como porosidad, compactación, biota.
- Generamos información local/regional sobre el aporte de nutrientes proveniente de purines.



**Figura 1.** Aplicación de efluente de tambo.



**Figura 2.** Siembra de maíz.

# El uso de purines de tambo recicla nutrientes y reduce las salidas gaseosas de nitrógeno

## Introducción

Los purines de tambo son frecuentemente considerados un desecho cuyo descarte representa un problema para el productor. Actualmente, el vertido no planificado de purines es habitual y surge de la necesidad de vaciar las lagunas de almacenamiento, resultando en situaciones contaminantes. Sin embargo, los purines pueden ser fuente de fósforo y nitrógeno (N) para la producción agrícola y la captación de dichos nutrientes por la vegetación permitiría reducir la carga contaminante que ingresa a los cursos de agua, reciclar nutrientes y reducir el uso de fertilizantes sintéticos.

La composición de los purines en y entre tambos es muy variable. Por este motivo, aun evaluando su composición antes de la aplicación, es habitual que la dosis de N efectivamente aplicada difiera de la dosis objetivo. Además, la presencia de una fracción de los nutrientes en forma orgánica les otorga un comportamiento menos predecible como fertilizantes que las fuentes inorgánicas comerciales. Por otro lado, teniendo en cuenta que  $\approx 70\%$  del N total se encuentra en forma amoniacal, su uso podría promover la volatilización de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y la emisión de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), con consecuencias sobre el calentamiento global. Nuestro objetivo fue cuantificar estas salidas gaseosas en un cultivo de maíz para silo fertilizado con purín de tambo o urea, ajustando la dosis de N aplicada a partir del método del balance para evitar la sobre-fertilización.

## Metodología

El balance de N determinó que se debían aplicar 54 kg N/ha equivalentes a 118 kg urea/ha y 156 m<sup>3</sup> purín/ha teniendo en cuenta la composición del purín un mes antes de la aplicación. Se fertilizó en el estadio V4-5 de maíz, esparciendo en los entresurcos la urea y el purín disponible en la tercera laguna de tratamiento, y se dejó un control

**Autores:** Silvina I. Portela <sup>1</sup>, Patricia I. Araujo <sup>1,2</sup>, Silvina B. Restovich <sup>1</sup>, María J. Torti <sup>1</sup>, Tomás Della Chiesa <sup>3,4</sup>, Juliana M. Ponsa <sup>5</sup>, Andrea Peñas Ballesteros <sup>5</sup>

1. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). 3. Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA), Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, CONICET. 4. Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 5. Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA).

**Mail del autor principal:**  
[portela.silvina@inta.gob.ar](mailto:portela.silvina@inta.gob.ar)

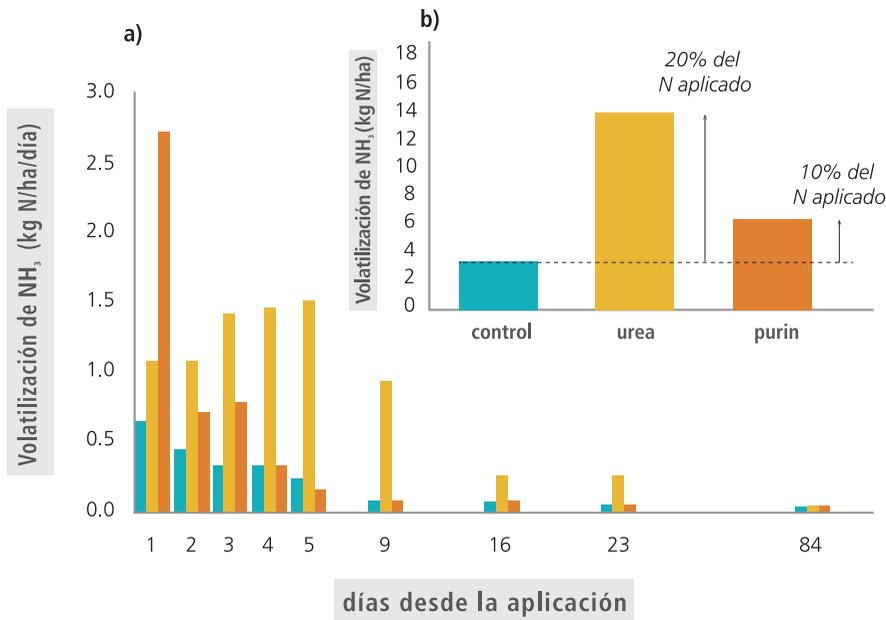
sin fertilizar. La volatilización de  $\text{NH}_3$  y la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  se midieron frecuentemente durante los 9 días siguientes a la aplicación y, a partir del día 10, la volatilización se midió espaciadamente y la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  al día siguiente a cada lluvia porque la humedad del suelo estimula este flujo.

## Resultados obtenidos y conclusión

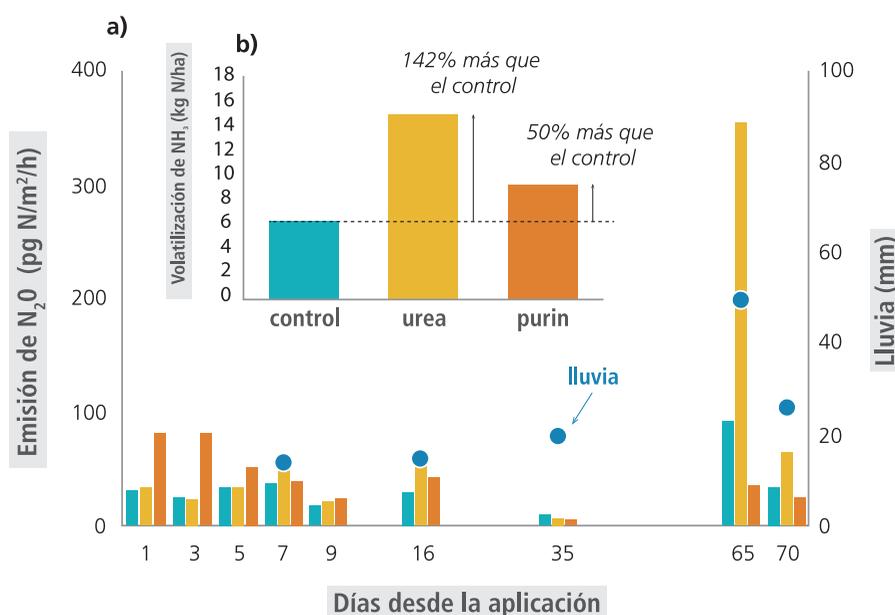
La fertilización con purín estimula inicialmente la volatilización de  $\text{NH}_3$  (Figura 1a) y la emisión directa de  $\text{N}_2\text{O}$  (Figura 2a) en relación a la aplicación de urea y al control. Sin embargo, este patrón se

invierte (urea > purín) a medida que pasan los días desde la aplicación y en consecuencia los totales acumulados durante todo el período de cultivo fueron mayores en el caso de la fertilización con urea para ambos flujos: las salidas gaseosas netas, es decir descontando lo emitido por el control sin fertilizar, fueron 10,6 y 3,0 kg N-NH<sub>3</sub>/ha y 0,19 y

0,07 kg N-N<sub>2</sub>O/ha para urea y purín, respectivamente (Figura 1b y 2b). Además, como la producción de maíz fue similar independientemente de la fuente de N utilizada (19 Tn MS/ha), concluimos que la fertilización con purín es la mejor opción para compatibilizar alta producción y bajo impacto ambiental.



**Figura 1.** (a) Dinámica de la tasa de volatilización de NH<sub>3</sub> luego de la aplicación de purín o urea a un cultivo de maíz y en el control sin fertilizar y b) total acumulado durante el ciclo de maíz.



**Figura 2.** (a) Dinámica de la tasa de emisión de N<sub>2</sub>O luego de la aplicación de purín o urea a un cultivo de maíz y en el control sin fertilizar y b) total acumulado durante el ciclo de maíz.

# ¿Qué efectos sobre los cultivos y el suelo se detectaron aplicando dosis frecuentes de estiércol compostado de feedlot?

## Introducción

Los residuos de feedlot han sido reconocidos como una fuente de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) y actualmente constituye un recurso agronómico de alto valor como enmienda y/o fertilizante en suelos destinados a la producción de cultivos para grano o silaje. La utilización de estos residuos evita y reduce el riesgo de contaminación e impacto negativo al ambiente. El manejo tradicional de los mismos consiste en el barrido de corrales y la confección de pilas o trincheras estáticas (sin remoción) a la intemperie durante un lapso de tiempo hasta su uso. Recientemente existe otro tipo de manejo que consiste en disponer el estiércol en pilas o trincheras y voltear el material con algún implemento llevando a cabo un proceso de compostaje como tratamiento previo a la aplicación al suelo. En los últimos años ha habido un amplio interés en el uso de enmiendas orgánicas en suelos agrícolas como sustituto parcial o total de fertilizantes inorgánicos, con el fin de reducir costos (evitando la compra de fertilizantes minerales), reciclar desechos evitando fuentes de contaminación y aumentar la materia orgánica (MO) en los suelos. En el noroeste bonaerense se realizan ambos manejos de residuos y desde el 2016 se vienen evaluando el efecto de dosis de estiércol proveniente de ambos manejos (pilas estáticas y pilas compostadas) en combinación con dosis de fertilización inorgánica aplicadas anualmente o cada dos años sobre la producción de biomasa y grano y propiedades químicas de suelo de secuencias de cultivos agrícolas.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar el efecto de dosis de estiércol compostado en combinación con dosis de fertilización inorgánica aplicadas cada dos años sobre la producción de biomasa y grano y propiedades químicas de suelo de una secuencia de cultivos cebada-maíz-soja.

*Autores: Marianela Diez<sup>1</sup>, Mirian Barra-co<sup>1</sup> y Cecilia Sardiña<sup>1</sup>*

*1. Estación Experimental Agropecuaria INTA General Villegas, General Villegas, Buenos Aires, Argentina.*

*Mail del autor principal:  
[diez.marianela@inta.gob.ar](mailto:diez.marianela@inta.gob.ar)*

## Metodología

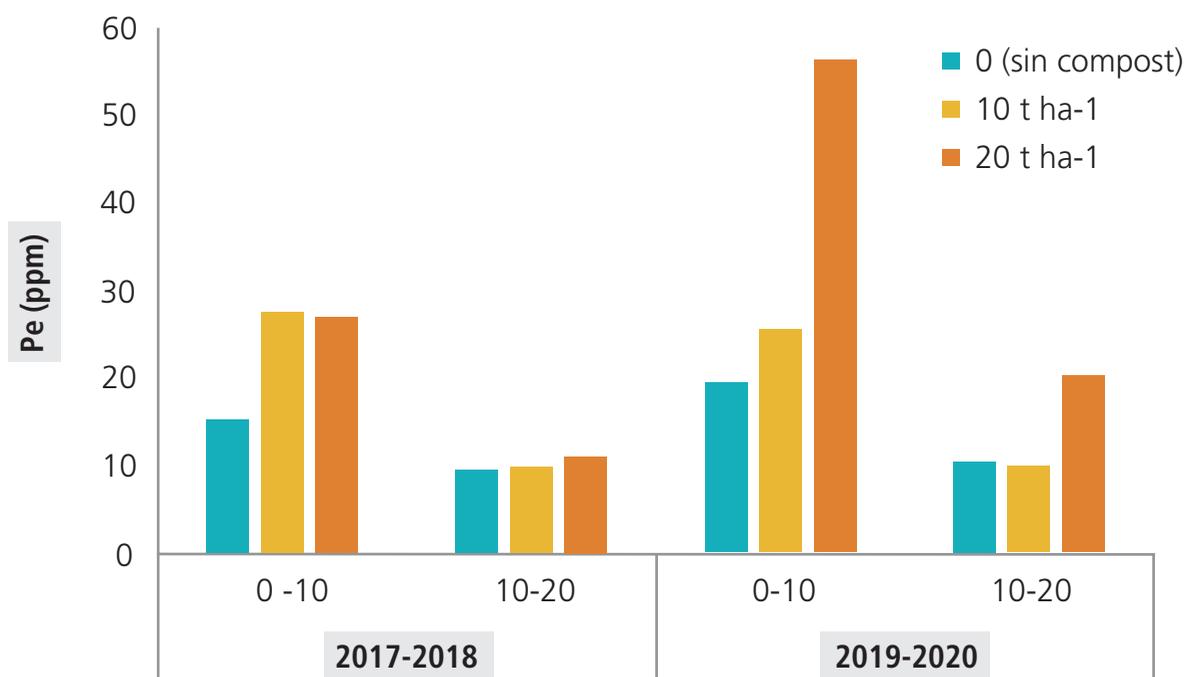
El estudio se llevó a cabo en el Establecimiento “Agropecuaria La Criolla S.A.” (Fortín Olavarría, Buenos Aires) sobre un suelo Hapludol éntico. En el año 2017 se aplicaron tres dosis de estiércol compostado (EC) en otoño: 0, 10 y 20 t ha<sup>-1</sup>, combinadas con 2 dosis de N inorgánico (0 y 80 kg N ha<sup>-1</sup>) en forma de urea aplicadas durante el ciclo de los cultivos. El EC se aplicó de forma anticipada (60 días previo a la siembra de un cultivo de cebada (fecha de siembra 25-06-2017)). Luego del cultivo de cebada se sembró maíz (fecha de siembra: 06-12-2017). La dosis de N se aplicó en macollaje (cebada) y V6 hojas (maíz). En el año 2019 en las mismas parcelas se aplicaron nuevamente las dosis de EC a la siembra del cultivo de maíz (híbrido DK 69-10 VT3 Pro; densidad 76000 pl ha a 0,52 m; fecha de siembra: 4-10-2019) combinadas con cuatro dosis de N inorgánico (urea al voleo en V6 hojas): 0, 60, 120 y 180 kg N ha<sup>-1</sup>. Luego en la campaña 2020-21 se evaluó la respuesta residual en el cultivo de soja en los tratamientos de EC. Previo a la aplicación del EC al suelo se analizó el contenido nutricional y químico (materia seca [MS], pH, conductividad eléctrica [Ce], carbono orgánico total [COT], nitrógeno total [Nt] y fósforo total [Pt]). En suelos se analizaron algunas propiedades químicas [ pH, CE, Pe, COT, Nt, calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio

(Na), potasio (K), capacidad de intercambio catiónico (CIC)] previo a la aplicación de EC y post cosecha de cultivos y sobre los cultivos se determinó producción de materia seca (PMS) y producción de grano (PG).

## Resultados obtenidos

El sitio donde se llevó a cabo el experimento presentó textura franco arenosa (61,7; 26,3 y 12,0% de arena, limo y arcilla, respectivamente), sin limitantes físicas ni químicas para la producción de los cultivos, con niveles adecuados de materia orgánica (MO, 2,5%), niveles medios de fósforo extractable (Pe, 13,5 ppm) y bajos niveles de CE (0,2 dS m<sup>-1</sup>). La composición nutricional del estiércol en ambos períodos fue similar. La dosis de 10 y 20 t ha<sup>-1</sup> de compost aportaron 56 y 112 kg N ha<sup>-1</sup>, y 32 y 63 kg P ha<sup>-1</sup> respectivamente para el período 2017-18 y 48 y 96 kg N ha<sup>-1</sup> y 33 y 65 kg P ha<sup>-1</sup> para el período 2019-20. En ambos períodos hubo efecto independiente del agregado de N y del agregado de EC, por lo tanto, se informan los resultados por separado. En el primer período de aplicación (2017-2018) el cultivo de cebada no incrementó la PMS por el agregado de EC y el agregado de N, en cambio el cultivo de maíz produjo un 6,5% y 22% más de biomasa respecto a la dosis sin compost agregando 10 y 20 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Con el agregado de 80 kg ha<sup>-1</sup> N ese incremento fue del 79% respecto al tratamiento sin N. En el segundo período de aplicación (2019-2020) el agregado de 20 t ha<sup>-1</sup> se diferenció del resto de los tratamientos incrementando un 17,3% la PMS. El agregado de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N incrementó un 15% la PMS respecto del tratamiento sin N, mientras que las dosis mayores de N no se tradujeron en incrementos adicionales de PMS. En PG, en el período 2017-2018, el agregado de EC no tuvo efecto sobre la PG, mientras que el agregado de N incrementó de 2,5 ± 163 a 5,4 ± 163 t ha<sup>-1</sup> la PG con 0 y 80 kg N ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En el período 2019-2020 el agregado de 20 t ha<sup>-1</sup> produjo un 20% más de grano mientras que el de 10 t ha<sup>-1</sup> produjo lo mismo que el tratamiento sin compost (12,8 ± 435 t ha<sup>-1</sup>). El agregado de 120 y 180 kg ha<sup>-1</sup> de N resultó en similar PG (promedio 14,7 ± 465 t ha<sup>-1</sup>), la cual se diferenció de la obtenida sin el agregado de N. Hubo un efecto residual en la producción de grano de soja por el agregado

de EC. El agregado de 20 t ha<sup>-1</sup> produjo 4,6 ± 127 t ha<sup>-1</sup> de soja mientras que el tratamiento de 0 y 10 t ha<sup>-1</sup> tuvieron igual producción de soja (3,9 ± 127 t ha<sup>-1</sup>). En suelo el principal efecto que se detectó fue en el contenido de Pe en los primeros 0-10 cm, en ambos períodos. Es decir, a los 263 días de la aplicación del EC, los tratamientos de 10 y 20 t ha<sup>-1</sup> incrementaron significativamente los niveles de Pe en el suelo, alcanzado 27 ppm Pe mientras que la dosis sin compost resultó en un nivel de Pe de 15 ppm, para el período 2017-2018. En el período 2019-2020 luego de 210 días desde la aplicación a la cosecha del cultivo del maíz, se observó un incremento en los primeros 0-10 cm de profundidad de suelo en los niveles de Pe y Mg. Los tratamientos que recibieron 10 y 20 t ha<sup>-1</sup> de EC incrementaron un 30% y 187% los niveles de Pe respecto de la dosis 0 (sin compost), respectivamente. Las demás variables de suelo no se vieron modificadas por el agregado de EC al suelo.



**Figura 1.** Contenido de fósforo extractable (Pe, ppm) en 0-10 cm y 10-20 cm de profundidad (prof.) de suelo luego de la cosecha del cultivo de maíz según dosis de EC (0, 10 y 20 t ha-1) y períodos (2017-2018 y 2019-2020).

El agregado de EC y de N inorgánico aumentó la PMS y PG de los cultivos evaluados, principalmente en el período 2019-2020. Aplicaciones bienales de EC incrementaron los niveles de Pe en los primeros 10 cm del suelo, sin modificar las demás propiedades edáficas.

## Perspectivas futuras

- Los estudios de uso agronómico de estiércol compostado en el establecimiento Agropecuaria La Criolla continúan con el objetivo de detectar cambios en el largo plazo por el uso frecuente de dosis de EC en otras propiedades químicas de suelo, además de incorporar propiedades físicas y biológicas de suelo.

# Uso de efluente en la estimulación de la microbiota del suelo y el manejo del carbón del maní (*Thecaphora frezii*)

## Introducción

El maní es uno de los cultivos regionales de mayor relevancia agrícola en la Argentina. El 92% de la producción total se localiza en el centro-sur de la provincia de Córdoba. En la última década, el cultivo se vio afectado por el carbón del maní (*Thecaphora frezii*), enfermedad fúngica del rizoplano de mayor prevalencia e intensidad. Los síntomas sólo se observan en las vainas afectadas formándose una masa carbonosa constituida por teliosporas, que son estructuras de resistencia que pueden permanecer al menos cuatro años libres en el suelo sin necesidad de un hospedante. Ante esta situación, una opción para prevenir la enfermedad es actuar sobre el suelo modificando el ambiente donde se produce la interacción con la planta, con la finalidad de reducir la incidencia del patógeno. Eso puede lograrse a través del agregado de enmiendas como el efluente porcino debido a su contenido de nutrientes y su contribución a la restauración de la salud del suelo.

## Objetivo

● Evaluar el efecto de la aplicación de efluente porcino sobre la enfermedad fúngica carbón del maní (*Thecaphora frezii*) y su relación con la diversidad microbiana edáfica y las variables químicas asociadas.

## Metodología

Suelo de un lote con cultivo de maní y antecedentes de la enfermedad se colocó en macetas (5 kg/maceta). Se inoculó con esporas de *T. frezii* (10.000 esporas/g) y se sembró maní cv. Grano-leico. El efluente fue caracterizado con la finalidad de evaluar su pH, conductividad eléctrica (CE) y contenido de nutrientes. Los tratamientos fueron un testigo sin aplicación de enmienda (T) y dos dosis de efluente (15 y 30 l/m<sup>2</sup>, E15 y E30 respectivamente). El ensayo se llevó a cabo

**Autores:** *Dannae L. Serri*<sup>1,2</sup>, *Ernesto J. Campilongo Mancilla*<sup>2</sup>, *Nelson Bernardi Lima*<sup>3</sup>, *Vanesa Pegoraro*<sup>4</sup>, *Nicolás Sosa*<sup>5</sup>, *José Meriles*<sup>6</sup>, *Romina Verdenelli*<sup>6</sup>, *Silvina Vargas Gil*<sup>1,2</sup>.

1. IPAVE-CIAP-INTA, 2. CONICET-UFYMA, 3. FCA-UNCa, 4. INTA EEA Marcos Juárez, 5. INTA EEA Manfredi, 6. IMBIV, CONICET, FCEFyN, UNC.

**Mail del autor principal:**  
[serri.dannae@inta.gob.ar](mailto:serri.dannae@inta.gob.ar)

en invernadero bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. Se tomaron muestras de suelo a 40 días pos-siembra y a cosecha del cultivo para cuantificar carbono y nitrógeno de biomasa microbiana (CBM y NBM) y actividad microbiana enzimática global (FDA); cosechado el cultivo, se evaluó en suelo pH, CE, carbono orgánico de suelo (COS), nitrógeno total (N), fósforo extraíble (Pe) y el nivel de inóculo-suelo del patógeno; y en planta se evaluaron parámetros fisiológicos como peso fresco y seco de biomasa aérea (PF y PS) y de respuesta al carbón del maní (% de vainas enfermas y peso de granos sanos).

## Resultados

El efluente porcino presentó las siguientes características físico-químicas: pH 7,96, CE 16,66 dS m<sup>-1</sup>, sólidos totales 0,90 %, N 0,80 g l<sup>-1</sup>, fósforo 74,98 mg l<sup>-1</sup>, potasio 1,92 g l<sup>-1</sup>, sodio 0,08 g l<sup>-1</sup>, calcio 0,07 g l<sup>-1</sup> y magnesio 0,50 g l<sup>-1</sup>.

Se destaca que la aplicación de efluente porcino: Estimuló el crecimiento de la biomasa microbiana registrando incrementos de CBM y NBM a los 40 días pos aplicación, sin diferencias significativas entre tratamientos (Fig.1).

Registro una actividad enzimática del suelo superior al momento de cosecha del cultivo de maní, con una diferencia significativa y superior para el tratamiento E15 (Fig. 1).

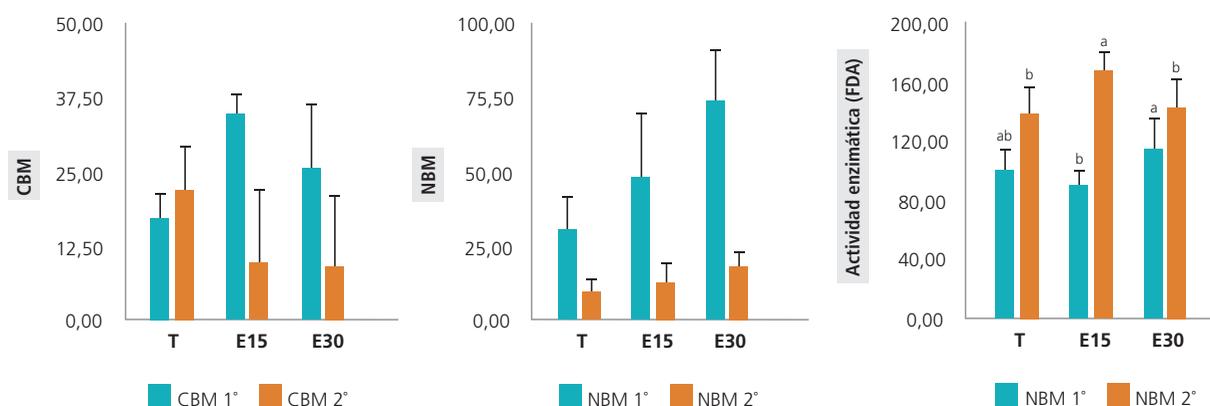
Incrementó la CE y el contenido de Pe en el suelo, siendo las diferencias significativas para E30 > E15 > T (Tabla 1).

Registró para E30 una disminución en el % de vainas enfermas de un 28% y 22% respecto de E15 y T (Fig. 2).

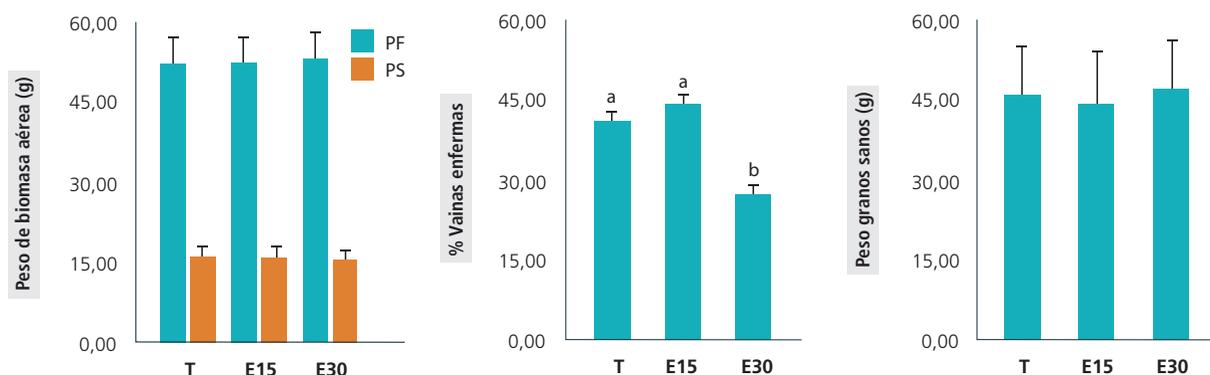
No mostró diferencias en el rendimiento del cultivo de maní (Fig. 2).

## Perspectivas futuras

- La evaluación inóculo-suelo por qPCR (PCR Real Time) de *Thecaphora frezii*.



**Figura 1.** Carbono y nitrógeno de biomasa microbiana (CBM y NBM: µg/g suelo) y actividad microbiana enzimática global (FDA: µg/g suelo). Muestreo a 40 días de la siembra del cultivo de maní (1°: verde) y a cosecha del cultivo de maní (2°: naranja). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).



**Figura 2.** Parámetros fisiológicos y de respuesta al carbón del maní a la cosecha del cultivo de maní. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

	pH	CE	COS	N	Pe
	1:2,5	mmhos/cm	%	%	ppm
<b>T</b>	6,53	0,51 c	1,29	0,12	12,00 c
<b>E15</b>	6,80	1,20 b	1,55	0,14	21,67 b
<b>E30</b>	6,77	1,49 a	1,40	0,13	37,00 a
		<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> p<0,05			<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> p<0,05

**Tabla 1.** Parámetros físico-químicos del suelo a la cosecha del cultivo de maní.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Financiamiento: INTA PDI037, PDI518, PD I090.

# Efecto de la aplicación de efluente porcino y fertilización mineral sobre la actividad microbiana del suelo

## Introducción

Las aplicaciones de efluente porcino son una fuente de nutrientes para los cultivos agrícolas, y pueden sustituir total o parcialmente la fertilización mineral. Sin embargo, con el uso agronómico de los mismos, se aporta también materia orgánica que puede modificar los indicadores de calidad de suelo.

## Objetivo

● Evaluar el uso de efluente porcino estabilizado y su combinación con fertilizante mineral, sobre la influencia en las propiedades microbiológicas del suelo.

## Metodología

El ensayo se realizó en un lote de producción de la Estancia La Constancia, localidad de Villa de María de Río Seco. Los tratamientos fueron dos dosis de efluente porcino, 150 y 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (E150 y E300), su combinación con fertilización nitrogenada (urea: U) a razón de 100 kg N ha<sup>-1</sup> (E150+U y E300+U), un control mineral (U: 100 kg N ha<sup>-1</sup>) y un control absoluto (C). Los respectivos tratamientos se aplicaron en presiembrado del cultivo de maíz (campana 2019/2020), de soja (campana 2020/2021) y maíz (campana 2021/2022). Los muestreos de suelo se realizaron antes de la siembra y después de la cosecha de los cultivos. El efluente porcino presentó en promedio las siguientes características físico-químicas: pH 7,97, CE 15,84 dS m<sup>-1</sup>, sólidos totales 0,83 %, nitrógeno total 0,78 g l<sup>-1</sup>, fósforo 75,32 mg l<sup>-1</sup>, potasio 1,35 g l<sup>-1</sup>, sodio 0,62 g l<sup>-1</sup>, calcio 0,07 g l<sup>-1</sup> y magnesio 0,05 g l<sup>-1</sup>. Para E150 y E300 se aplicó el primer año 16,5 y 33 kg N ha<sup>-1</sup>; el segundo año 223,5 y 447 kg N ha<sup>-1</sup>; y el tercer año 110,1 y 220,2 kg N ha<sup>-1</sup> respectivamente. Se evaluó en suelo la actividad microbiana enzimática global (FDA), carbono de biomasa microbiana (CBM), respi-

**Autores:** *Dannae L. Serri*<sup>1,2</sup>, *Ernesto J. Campilongo Mancilla*<sup>2</sup>, *Nelson Bernardi Lima*<sup>3</sup>, *Vanesa Pegoraro*<sup>4</sup>, *Diego Mathier*<sup>5</sup>, *Marcos Bragachini*<sup>5</sup>, *Nicolás Sosa*<sup>5</sup>, *Silvina Vargas Gil*<sup>1,2</sup>.

1. IPAVE-CIAP-INTA,
2. CONICET-UFYMA, 3. FCA-UNCa,
4. INTA EEA Marcos Juárez, 5. INTA EEA Manfredi.

**Mail del autor principal:**

[serri.dannae@inta.gob.ar](mailto:serri.dannae@inta.gob.ar)

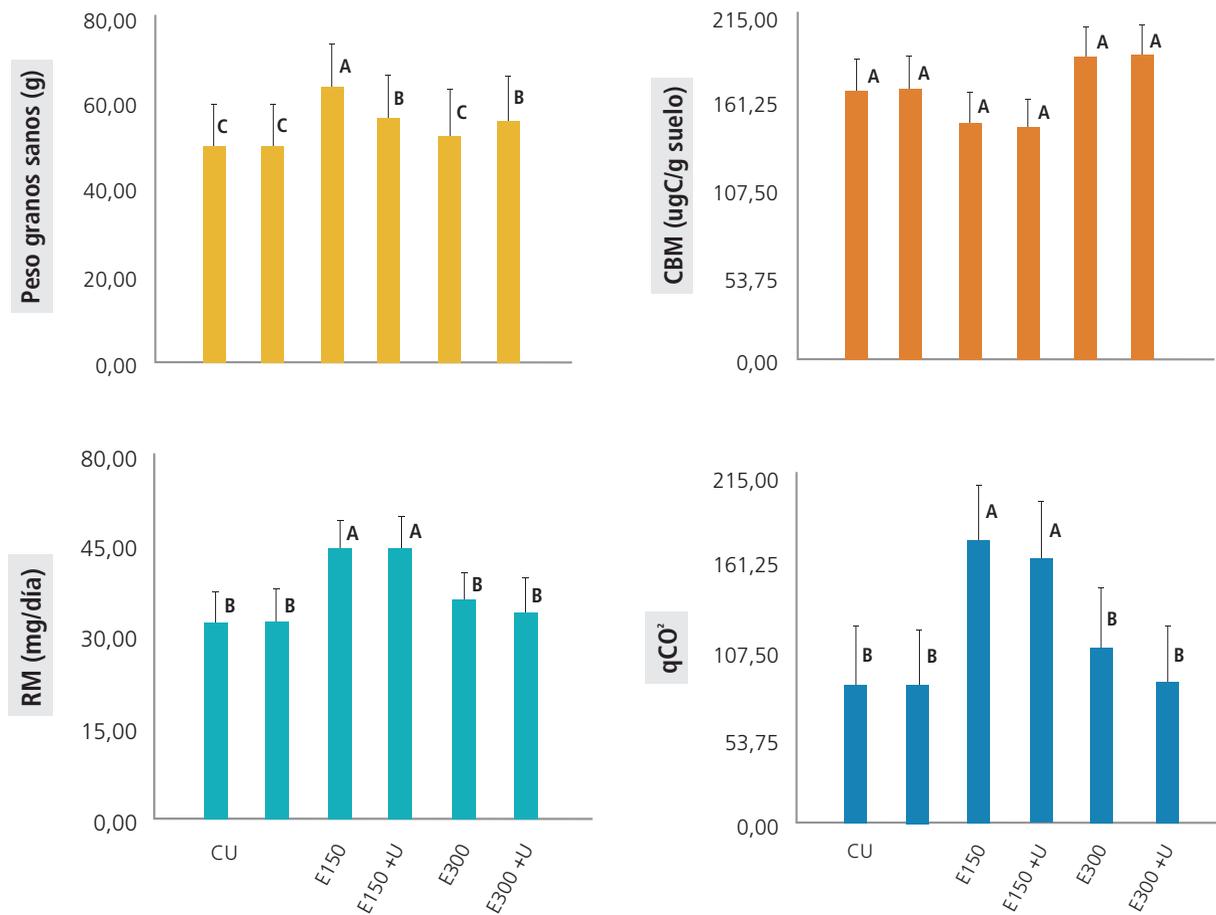
ración microbiana (RM) y coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>) cuyos resultados se presentan como el promedio de todos los muestreos.

## Resultados

Se observó que, el uso de efluente porcino sólo o combinado con U, registró incrementos de la actividad microbiana edáfica medida por FDA, siendo la diferencia para E150 estadísticamente significativa y superior al resto de los tratamientos, mientras que, C y U registraron la menor actividad. Por ejemplo, en E150 la actividad FDA fue 22% superior respecto de C. El mayor contenido de CBM se registró en E300+U seguido de E300, aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a RM y qCO<sub>2</sub>, los valores más altos se observaron en E150 y E150+U registrando diferencias significativas respecto de los demás tratamientos (Fig. 1).

## Perspectivas futuras

Se propone ampliar el análisis de actividad microbiana a través de la medición de enzimas extracelulares por fluorescencia relacionadas al ciclo de carbono, nitrógeno y fósforo.



**Figura 1.** Actividad microbiana enzimática global (FDA), carbono de biomasa microbiana (CBM), respiración microbiana (RM) y coeficiente metabólico (qCO<sub>2</sub>), resultados promedios de los tres años evaluados. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

*Financiamiento: INTA PDI037, PDI518, CAPP-COR - Estancia La Constancia.*

# Fertilización de cultivos florales en maceta con digeridos anaeróbicos porcinos

## Introducción

La digestión anaeróbica es utilizada mundialmente para la estabilización de residuos. Durante el proceso anaeróbico se produce biogás, como fuente energética y un digerido semilíquido, que, por su composición rica en nutrientes, puede ser utilizado como fertilizante para los cultivos, reduciéndose de esta manera el empleo de fertilizantes inorgánicos.

## Objetivo

El objetivo del trabajo fue evaluar el uso de digerido anaeróbico porcino (DP) como fertilizante para la producción de plantas de petunia y coral cultivadas en maceta.

## Metodología

Se realizó un ensayo en invernáculo (Figura 2), con cinco tratamientos que consistieron en la aplicación del DP diluido con agua para lograr las siguientes concentraciones de N inorgánico: 250 ppm (dosis alta), 200 ppm (dosis media) y 100 ppm (dosis baja); la aplicación de fertilizante inorgánico soluble (18-18-18 NPK) a razón de 200 ppm de N y por último agua de pozo sin agregado de fertilizante ni DP. Los tratamientos se aplicaron mediante el riego tres veces por semana en plantines trasplantados a macetas de 670 ml conteniendo sustrato comercial a base de compost de corteza de pino y turba. El DP sin diluir (Figura 1) presentaba la siguiente composición: 3 % de sólidos totales, CE: 31 dS.m<sup>-1</sup>, pH: 8 y en ppm: Nt: 5150, N-NH<sub>4</sub>: 3720, P: 30, K: 2413, y Na: 1064, (N-NH<sub>4</sub>, P, K y Na solubles). Al cabo de 32 y 42 días para petunia y coral respectivamente, se evaluaron los siguientes parámetros de crecimiento: peso aéreo y radical, contenido de clorofila, índice de crecimiento (promedio entre el largo, ancho y altura de la planta) y número de brotes por planta.

**Autores:** Esteban Rubio <sup>1</sup>, María Eugenia Beily <sup>2</sup>, Paula Leva <sup>1</sup>, Mónica Karlanian <sup>1</sup>, Patricia Brés <sup>2</sup> Nicolás Riera <sup>2</sup>

1. Instituto de Floricultura, 2. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, CNIA, INTA. De Los Reseros y Repetto s/n, (1686) Hurlingham, Prov. De Buenos Aires,

**Mail del autor principal:**

[rubio.esteban@inta.gob.ar](mailto:rubio.esteban@inta.gob.ar)

## Resultados

En la Figura 2 se pueden observar las plantas de petunia y coral al finalizar el ensayo. Con la aplicación de digeridos en sus 3 dosis se lograron valores similares a los obtenidos con el fertilizante inorgánico en casi todos los parámetros de crecimiento evaluados en ambas especies y el crecimiento y calidad de las plantas siempre fue superior con la aplicación de DP respecto al tratamiento no fertilizado. En coral, hubo una tendencia a obtenerse mejores resultados con la dosis baja de DP, respecto a las dosis alta y media. Los resultados obtenidos indican que el digerido anaeróbico porcino estudiado podría ser utilizado como principal fuente de nutrientes para la producción de plantas de petunia y coral en un sustrato comercial en contenedor con dosis de N inorgánico similares o inferiores a las del fertilizante inorgánico.

## Perspectivas futuras

En el futuro se continuarán evaluando el uso de digeridos anaeróbicos de diferentes orígenes como fertilizantes para cultivos ornamentales. Además, se considerarán tecnologías que faciliten la manipulación y aplicación de los mismos y minimicen posibles riesgos ambientales derivados de su uso.



**Figura 1.** a) Vaso con digerido porcino empleado en el ensayo. b) Vista general del ensayo en el invernáculo del Instituto de Floricultura



**Figura 2.** Plantas de petunia (a) y coral (b) que recibieron diferentes tratamientos de fertilización. De izquierda a derecha: No fertilizada, fertilizante inorgánico, dosis baja, media y alta de digerido porcino.

# Uso agronómico de digerido de cerdos

## Introducción

Uno de los principales problemas de la producción porcina intensiva confinada es la concentración o acopio de purines. La práctica más común es el vuelco en lagunas, previo paso por una fosa de recolección. Esta inadecuada gestión ambiental de los purines trae como consecuencias problemas de eutrofización de agua, contaminación de acuíferos, proliferación de organismos patógenos, emisión de metano y otros gases de efecto invernadero, e incremento de vectores (roedores, insectos, etc) y olores molestos. Las excretas animales contienen una gran variedad de organismos patógenos, los cuales pueden ser transmitidos al ser humano por contacto directo o a través del agua o alimentos contaminados.

La tecnología de biogás es una de las alternativas tecnológicas para el tratamiento de estos residuos, transformándolos en recursos energéticos in situ (biogás). Con los beneficios económicos adicionales de proveer biofertilizantes para el sector agrícola en lugar de fertilizantes convencionales. Sin embargo la misma no se encuentra muy difundida en nuestro país ni existen datos técnicos disponibles. Es por ello que se propuso la evaluación de un prototipo de biodigestor de fácil replicación, accesible técnica y económicamente, monitoreado y con el respaldo de datos que permitan realizar una planificación conociendo el manejo operativo, la eficiencia del proceso y los costos/beneficios asociados.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar las características del efluente y el digerido de cerdo teniendo en cuenta los parámetros del proceso de un biodigestor de 25 m<sup>3</sup> instalado en el sector de cerdos de la EEA Pergamino.
- Puesta a punto de metodología para la caracterización fisicoquímica y microbiológica digerido anaeróbico de cerdo considerando los requerimientos la Norma Técnica para la Aplicación

***Autores:** Mariano Butti <sup>1</sup>, María Juliana Torti <sup>1</sup>, Virginia Fain Binda <sup>1</sup>, Pablo Di Nanno <sup>1</sup>, Mariana Alegre <sup>1</sup>, María Emilia Negri <sup>1</sup>.*

1. EEA INTA Pergamino

*Mail del autor principal:*  
[butti.mariano@inta.gob.ar](mailto:butti.mariano@inta.gob.ar)

Agrícola de Digerido Proveniente de Plantas de Digestión Anaeróbica, la cual establece los requerimientos y restricciones para su uso.

## Metodología

Instalación de un prototipo de biodigestor tubular del tipo flujo pistón de 25 m<sup>3</sup> en el sector de Porcinos de la EEA Pergamino como unidad demostrativa de tecnología apropiada para el tratamiento de efluentes porcinos de productores de pequeña y mediana escala. Análisis de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, contenido de nutrientes y metales pesados de muestras de entrada y salida del biodigestor, controlando y registrando, el volumen de biogás producido y su composición (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>). Desarrollo de e implementación de un sistema de monitoreo remoto para evaluar y controlar las variables ambientales y del proceso.

## Resultados obtenidos

Se lograron obtener los indicadores específicos de rendimiento de biogás 0,1-0,2 m<sup>3</sup> de biogás por m<sup>3</sup> de biodigestor y 0,28-0,57m<sup>3</sup> de biogás por KgSV, la eficiencia promedio de remoción de materia orgánica (50%), los consumos promedio de biogás de todos los artefactos instalados (heladera 80 L/h, quemador 300L/h, pantallas de gas 150-300L/h) y las características de calidad del digerido.

## Perspectivas futuras

Mejora en la gestión y uso de digerido anaeróbico de cerdo.

## Links

- <https://inta.gob.ar/videos/biodigestor>
- [https://www.youtube.com/watch?v=F9aqubkVP-g&ab\\_channel=INTAArgentina](https://www.youtube.com/watch?v=F9aqubkVP-g&ab_channel=INTAArgentina)



Figura 1. Biodigestor tubular tipo flujo pistón 25 m<sup>3</sup>.



Figura 3. Aplicación para el seguimiento y control del proceso.



Figura 2. Sistema de monitoreo remoto.

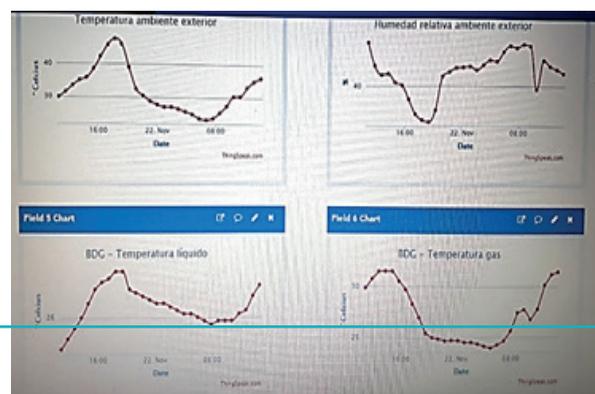


Figura 4. Datos registrados y almacenados.

# Evaluación de un digerido porcino como fertilizante en un cultivo de frutilla bajo invernáculo

## Introducción

Considerando la importancia de la ganadería en la Argentina y el impacto que generan en el ambiente los residuos pecuarios cuando no son estabilizados de manera correcta, la digestión anaeróbica surge como una tecnología prometedora, como sistema de tratamiento de los efluentes y residuos pecuarios. Esta tecnología, consigue la estabilización de la materia orgánica, además de generar la mineralización de los nutrientes contenidos en los estiércoles, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la recuperación energética, mediante la producción de metano. Sin embargo, la sostenibilidad de esta tecnología, también depende del uso apropiado del material digerido para ser utilizado como biofertilizante. El objetivo del presente trabajo fue valorizar agrónomicamente un digerido porcino (DP) para su utilización como fertilizante en un cultivo de frutilla bajo invernáculo.

## Materiales y métodos

### Digerido Porcino

El digerido porcino fue obtenido de un establecimiento porcino, el cual posee una planta de biogás que procesa 240 m<sup>3</sup>.d<sup>-1</sup> de efluente porcino, con 3 digestores de 4000 m<sup>3</sup> cada uno, y un rango de temperatura de trabajo de 38-42 C. Tanto el digerido líquido como el sólido, fueron obtenidos luego del paso del mismo por un sistema de separación sólido – líquido. La figura 1, muestra la toma de muestras para el digerido en sus dos fases.

Los digeridos, fueron analizados en el laboratorio de transformación de los residuos (LTR), a fin de conocer sus características físico químicas principales.

**Autores:** Nicolás, Riera <sup>1</sup>, Esteban, Rubio <sup>2</sup>, Pedro Rizzo <sup>3</sup>, Patricia Bres <sup>1</sup>, Monica Karlanian <sup>2</sup>, Ning Ruiting <sup>4</sup>, Yan Long <sup>4</sup>, María Eugenia Beily <sup>1</sup>.

1. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola. INTA CNIA
2. Instituto de Floricultura. INTA CNIA. De Los Reseros y Repetto s/n, (1686) Hurlingham, Prov. De Buenos Aires.
3. Estación Experimental de INTA (EEA) Luján de Cuyo, Mendoza. San Martín N° 3853 (5507) Luján de Cuyo, Mendoza.
4. Biogas Institute of Ministry of Agriculture (BIOMA). Section 4-13, Renmin Nan Road, Chengdu, P.R China.

**Mail del autor principal:**  
[riera.nicolas@inta.gob.ar](mailto:riera.nicolas@inta.gob.ar)



**Figura 1.** Muestreo del digerido porcino (sólido y líquido)

### Ensayo en Invernáculo

El ensayo, se realizó en un invernáculo del Instituto de Floricultura del INTA Castelar. El ensayo constó de cinco tratamientos, por triplicado, con diferentes dosis de DP en sus dos fracciones (sólida, DPS y líquida, DPL). Las dosis planteadas fueron: T<sub>0</sub>: sin agregado de DP y de 0,5; 10; 20; 40 y 80 g de nitrógeno por m<sup>2</sup>, para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub>, respectivamente. Se plantearon 18 unidades experimentales, con una superficie total por parcela de 1.5 m<sup>2</sup>. Inicialmente se aplicó DPS, correspondiente al 30% del NT del tratamiento. Luego de 7 días, se realizó la aplicación del DPL, correspondiente al 70% restante del NT. El DPL, se distribuyó en 5 momentos diferentes correspondientes a distintos momentos del desarrollo del cultivo. Luego de una semana se tomaron las muestras correspondientes al muestreo inicial del suelo. Por último, se procedió a la implantación de los plantines de frutilla (variedad San Andrés). Al finalizar el cultivo, se realizó el muestreo final del suelo y se evaluaron, por métodos de referencia, diferentes parámetros físico químicos (Figura 2). Además, en las plantas, se evaluó el contenido de clorofila (SPAD) foliar y el contenido de azúcar en el fruto.

### Resultados

El digerido porcino líquido mostró la siguiente composición: pH: 8,1± 0,0; conductividad eléctrica (CE): 30,1±0,1 dS.m<sup>-1</sup>; y en g.L<sup>-1</sup>: materia orgánica (MO):14,7±0,6; nitrógeno total (NT): 4,9±0,0; amonio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>): 3,6±0,0 y fósforo total (PT): 0,2±0,0. En g.Kg<sup>-1</sup> (peso seco): Ca: 8,1±1,1; K: 99,6±3,7; Mg: 6,1±0,9; Na: 45,6±1,5; Cu: 44,8±0,9 y Zn: 1784,0±34,2. Así mismo, las características del Digerido Porcino Sólido fueron: pH: 8,9±0,3; CE: 3,8±0,3 dS.m<sup>-1</sup>. En g.Kg<sup>-1</sup> (base húmeda): MO: 301,5±87,2; NT: 9,0±0,2; N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: 1,2±0,0. En g.kg<sup>-1</sup> (peso seco): PT: 43,9±2,8; Ca: 13,8±1,7; K: 18,9±3,4; Na: 14,1±1,7; Zn: 1,1±0,1; Cu: 0,3±0,0.

Los resultados en el suelo inicial mostraron, luego de la aplicación de DP, un incremento significativo en el T<sub>5</sub> para MO, P disponible, nitratos, NT, potasio extractable, capacidad de intercambio catiónico, Ca y Cu (p<0.05). Así también, se observó un incremento significativo del Zn en el T<sub>4</sub>. Por otro lado, se observó un incremento significativo en el contenido de azúcar en el fruto para los tratamientos con aplicación de DP, con respecto al T<sub>0</sub> (p<0.05), mientras que no se observaron diferencias significativas respecto al contenido de clorofila foliar entre tratamientos.



**Figura 2.** Muestreo de suelo y control del cultivo.

## Conclusión y perspectivas futuras

Los resultados obtenidos indicaron un incremento en las concentraciones de macro y micronutrientes en el suelo. Sin embargo, es necesario monitorear las concentraciones de Cu y Zn, provenientes de la aplicación DP. Se concluye que la aplicación de DP es una opción viable, que conduce a la valorización y al reciclado de los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes que se encuentran disponibles en los efluentes porcinos. Como perspectivas futuras para darle continuidad a este trabajo, se plantea continuar con el estudio del uso de digeridos en diferentes cultivos, tanto extensivos como intensivos. Estos ensayos, se planean realizar en parcelas en el campo, como así también en otros cultivos hortícolas bajo invernáculo.

# Fertilización con digerido en avena forrajera: su efecto sobre las propiedades del suelo y rendimiento

## Introducción

La producción porcina en Argentina, es una de las actividades intensivas que desde el año 2003 demostró una fuerte consolidación tanto en el mercado interno como en el externo. Esta producción tiende a intensificarse, sin embargo, este proceso no siempre es acompañado con estrategias adecuadas de gestión de los efluentes. La digestión anaeróbica representa un proceso ampliamente utilizado para generar biogás (energía renovable) y reducir la contaminación del aire y el agua. Sin embargo, la sostenibilidad económica del sistema anaerobio, depende del uso final apropiado del biogás, como energía y del digerido, como fertilizante. Es por ello que el objetivo del presente trabajo, fue estudiar y comparar los efectos de la aplicación de un efluente porcino sin tratamiento y un digerido porcino estabilizado en un cultivo de avena forrajera.

## Materiales y métodos

El efluente utilizado se extrajo de un establecimiento porcino intensificado, con galpones en confinamiento de la etapa de terminación, ubicado en el oeste de la provincia de Buenos Aires. Así mismo, el digerido evaluado, provino de un reactor anaeróbico de 200 L. El reactor utilizado se encuentra ubicado en el Laboratorio de Transformación de los residuos (LTR), perteneciente al Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMyZA), INTA Castelar, Buenos Aires.

## Resultados

En lo que respecta a la CE, se evidenció al momento de cosecha un incremento con respecto al momento de siembra del 203,2% y del 323,5% para el tratamiento con digerido y efluente, respectivamente. Esta situación puede asociarse a la alta CE y al elevado contenido de sales presentes en ambas enmiendas (Tabla 1). Las concentraciones de Ca

**Autores:** Camila Coffen Juhasz <sup>1</sup>, María Eugenia Beily <sup>2</sup>, Diana Crespo <sup>2</sup>, Mónica Karlanian <sup>3</sup>, Nicolás Riera <sup>2</sup>

1. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA), Av. San Martín 4453, C1417DSE, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

2. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola, CNIA, INTA.

3. Instituto de Floricultura, CNIA. INTA. De Los Reseros y Repetto s/n, (1686) Hurlingham, Prov. de Buenos Aires,

**Mail del autor principal:**

[riera.nicolas@inta.gob.ar](mailto:riera.nicolas@inta.gob.ar)

y Na en suelo al momento de la siembra fueron significativamente superiores con la aplicación del digerido y efluente, respecto al control y a la fertilización con urea. Como puede observarse, el aumento del sodio con respecto al control fue del 26,30% para el digerido y 15,87% para el efluente porcino, mientras que para el calcio el aumento fue del 65,95% y del 22,58% para el digerido y efluente, respectivamente. Este incremento en el suelo, se encuentra directamente relacionado con las altas concentraciones de estos dos elementos en el material aplicado (digerido y efluente) (Tabla 1). Por otro lado, al estudiar los otros cationes analizados, éstos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, al momento de la cosecha. En la etapa vegetativa, se pudo observar como la avena forrajera respondió positivamente, en diferentes parámetros de rendimiento, a la aplicación de efluente, digerido y fertilizante químico (Figura 1).

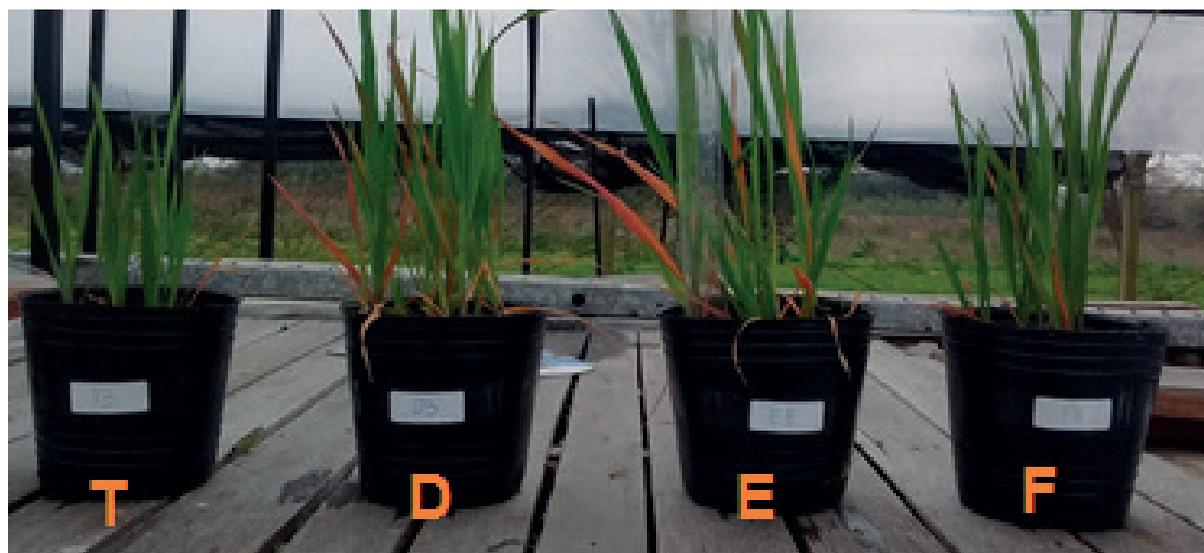
Indicador	Digerido	Efluente
pH	8,3 ± 0,0	6,6 ± 0,0
CE (mS/cm)	19,6 ± 0,6	14,2 ± 0,1
MS (%)	1,2 ± 0,0	1,7 ± 0,2
MO (%)	45,0 ± 0,6	64,8 ± 2,0
DQO total (g/L)	7,5 ± 1,0	25,3 ± 0,5
DBO 5 (g/L)	1,3 ± 0,0	15,1 ± 0,4
NTK (g/L)	1,5 ± 0,2	1,3 ± 0,1
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (g/L)	1,2 ± 0,0	0,9 ± 0,0
PT (mg/L)	398,0 ± 4,0	649,0 ± 9,9
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	35,5 ± 2,2	68,5 ± 7,1
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	8,9 ± 0,3	72,5 ± 3,7
K <sup>+</sup> (mg/L)	2582,7 ±	1652,0 ±
Na <sup>+</sup> (mg/L)	804,5 ±	521,7 ± 60,6
Mn <sup>2+</sup> (mg/L)	0,8 ± 0,1	2,7 ± 0,3
Fe <sup>2+</sup> (mg/L)	18,5 ± 0,5	24,3 ± 5,4
AGV (g DQO / gMO)	0,2 ± 0,0	0,5 ± 0,0
Zn <sup>2+</sup> (mg/L)	1,1 ± 0,2	0,5 ± 0,1
Cu <sup>2+</sup> (mg/L)	1,0 ± 0,0	0,5 ± 0,1
CT (NMP/100ml)	<1,8	>1600
EC (NMP/100ml)	<1,8	>1600
Salmonella (NM-P/100ml)	<3	>3
NGI (Huevos/L)	Negativo	500

**Tabla 1.** Caracterización total del digerido y efluente utilizados en el ensayo. (n=6).

MS: materia seca, CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, DBO5: demanda bioquímica de oxígeno 5 días, NTK: nitrógeno total Kjeldahl, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: nitrógeno de amonio, PT: fósforo total, Ca<sup>2+</sup>: calcio, Mg<sup>2+</sup>: magnesio, Na<sup>+</sup>: sodio, K<sup>+</sup>: potasio, Mn<sup>2+</sup>: manganeso, Fe<sup>2+</sup>: hierro, Cu<sup>2+</sup>: cobre, Zn<sup>2+</sup>: zinc; CT: coliformes totales, CF: coliformes fecales, E.C: E. Coli. NG: nematodos gastrointestinales; NMP: número más probable.

## Conclusión

Los resultados indicaron que las aplicaciones de digerido no sólo alcanzaron a equiparar los rendimientos obtenidos con la urea, sino que se evidenció una tendencia a ser superior para ciertos parámetros evaluados de rendimiento en la avena. Esto puede deberse a que el digerido aplicado constituye una fuente importante de diferentes nutrientes como micro y macro nutrientes. Se concluye finalmente, que la posibilidad de utilizar digerido porcino en la producción de forrajes, es una opción interesante de uso, y conduce a una valorización agronómica de los desechos porcinos tratados para la producción intensiva, que representa un problema ambiental relevante.



**Figura 1.** Plantas en estado vegetativo, inicio de macollaje. Tratamientos testigo (T), fertilización con digerido (D), fertilización con efluente (E) y fertilización química (F).

# Efectos del uso agronómico de efluente porcino en 5 campañas agrícolas

## Introducción

La producción porcina nacional, tuvo un crecimiento en el período 2017 - 2021 del 25,5 %, pasando de producir 554.364 a 695.939 toneladas equivalente res (SAGyP, 2022). Este incremento de la producción se dio en un proceso de intensificación con la instalación de nuevas granjas, la ampliación de las existentes y fue acompañado por mayor uso de tecnologías de insumos y procesos, bienestar animal, genética, nutrición, sanidad, formación del personal, entre otros. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país, sino una tendencia generalizada en el mundo, acompañada a su vez, por un mayor interés por el ambiente asociado a las características de producción y al desarrollo sustentable (Sosa, 2016).

En este sentido, este modelo productivo conlleva a una gran generación de efluentes en menor superficie, que requiere adecuar los sistemas de tratamiento para garantizar su estabilización y reducir el impacto sobre el ambiente.

Estos subproductos, utilizados bajo un plan de aplicación agronómico, pueden contribuir a mitigar las deficiencias de nutrientes en los suelos y mejorar el rendimiento de los cultivos ya que son fuente de nutrientes y materia orgánica para los cultivos.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de efluente porcino estabilizado y su combinación con fertilizante mineral, sobre la influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo y el rendimiento de los cultivos.

*Autores: Nicolás Sosa<sup>1</sup>, Diego Fernando Mathier<sup>1</sup>, Marcos Ariel Bragachini<sup>1</sup>*

*1. INTA EEA Manfredi; Ruta Nacional 9, km 636, (5988) Manfredi, Prov. de Córdoba*

*Mail del autor principal:  
[sosa.nicolas@inta.gob.ar](mailto:sosa.nicolas@inta.gob.ar)*

## Metodología

El ensayo se realizó en un lote de producción en la Estancia Dos Ríos, localidad de Despeñaderos (Córdoba), en un suelo argiustol típico. Los efluentes de cerdos provenían del sector cría-terminación de un criadero de 1500 madres, los cuales fueron tratados mediante 2 lagunas de estabilización impermeabilizadas. El efluente se tomó de la última laguna del sistema, luego de pasar por una criba autolimpiante para evitar el ingreso de impurezas al sistema de aspersión. La aplicación se realizó con un pivot central marca Valley. Los tratamientos fueron dos dosis de efluente porcino 12,5 y 25 mm/ha combinado con 80 kg/ha de superfosfato simple (E12,5+SPS y E25+SPS); 25 mm/ha de efluente porcino (E25) y un control absoluto (C). El efluente se aplicó mediante pivot central en presiembra y cada tratamiento ocupó un cuadrante de riego. En las campañas agrícolas 2017/18 y 2020/21 se sembró maíz, mientras que en las campañas 2018/19, 2019/20 y 2021/22 se sembró soja. Se analizó el rendimiento de los cultivos, las variaciones en las propiedades químicas de suelo evaluadas antes de la siembra y después de la cosecha de los cultivos y los cambios en las propiedades físicas de suelo luego de 5 años de ensayo (2017-2022). Las determinaciones químicas de suelo analizadas fueron: pH, conductividad eléctrica, Carbono orgánico

(CO), Materia orgánica (MO), Nitrógeno Total (Nt), Nitrógeno de Nitrato (N-NO<sub>3</sub>), Fósforo extractable (Pe), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y Porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

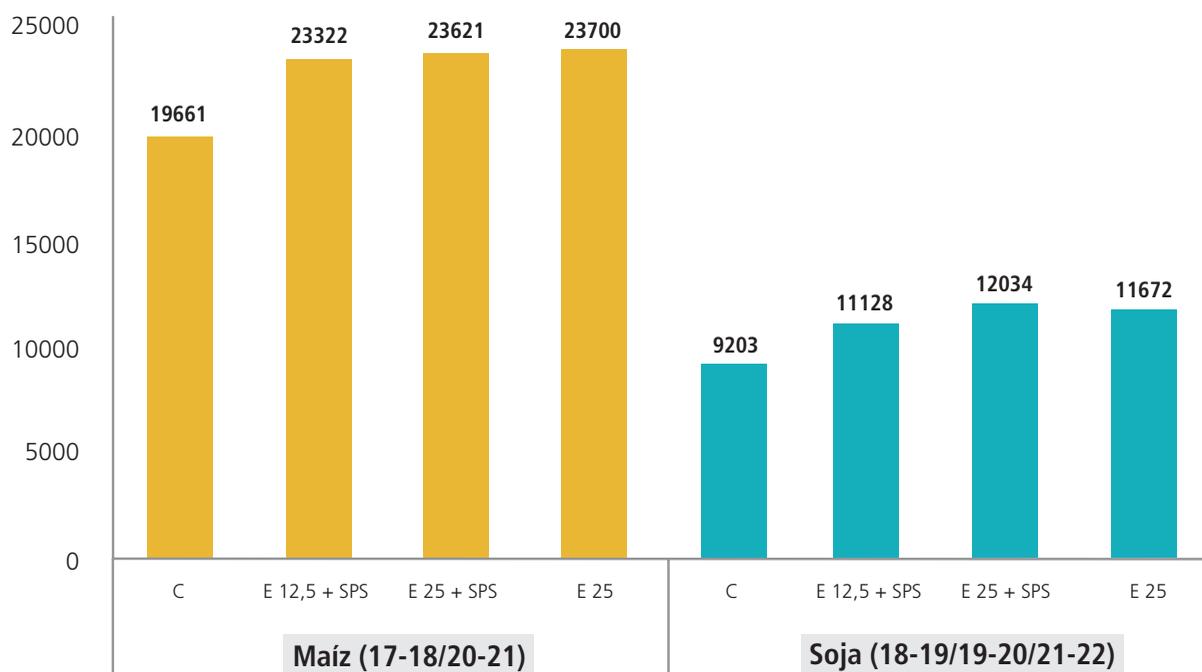
Las variables físicas analizadas fueron densidad aparente, estabilidad de agregados y calidad visual de la estructura. La primera mediante el Cilindro de Kopecki en el espesor de 0 a 5 cm de profundidad; mientras que en la segunda se utilizó la técnica de Kemper W. Rosenau R. (1986), a una profundidad de 0 a 10 cm, en ambos casos se realizaron 2 repeticiones por unidad experimental. Finalmente, a través de la evaluación visual y realización de pequeños ensayos según las normas de reconocimiento de suelos de Etcheverre (1998) se determinó la estructura del suelo en el espesor de 0 a 20 cm.

En las campañas con cultivo de maíz, en el estadio fenológico de floración se realizó un muestreo con equipo SPAD 502 de Minolta para determinar el contenido de clorofila en los tejidos de las hojas. Para la determinación del rendimiento de los cultivos, se realizó cosecha manual a campo. Las muestras luego fueron trilladas con trilladora estática, se las pesó y se midió su contenido de humedad y peso de mil granos en laboratorio.

## Resultados obtenidos

### Rendimiento

Analizando el rendimiento acumulado de las 5 campañas agrícolas, no se observaron diferencias entre E25, E12,5+SPS y E25+SPS (Figura 1). Observando las campañas en forma individual, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la parcela C y los tratamientos con aplicación de efluentes. La parcela E25 reflejó ser la dosis óptima económica, ya que no presentó diferencias significativas con las parcelas E12,5+SPS y E25+SPS.



**Figura 1.** Sumatoria de rendimiento por cultivo en 5 campañas productivas (kg/ha).

### Propiedades Químicas

Se observó una respuesta en la fertilidad potencial del suelo, remarcado principalmente por el incremento en el contenido de P (Figura 2). También se evidenciaron leves cambios en los cationes de intercambio, CE y el PSI. El valor inicial de PSI fue de 0,5% y, luego de las 5 campañas de evaluación, se incrementó a 1,6% en C mientras que en E25 fue de 2,3%. Si bien se elevó el PSI en la parcela con aplicación de efluente, se encuentra por debajo de

los niveles de referencia que pueden generar impacto negativo sobre el rendimiento de los cultivos. Respecto a algunos micronutrientes evaluados, se destaca el incremento en los valores de Zn y Cu en el suelo. Este aspecto es relevante, ya que de acuerdo al estudio de Sainz Rosas (2019), gran parte de los suelos de la región pampeana presentan deficiencias en Zn. Con las dosis de efluente aplicadas, se logró incrementar los niveles de Zn de 0,33 en C a 4,55 en E25+SPS.

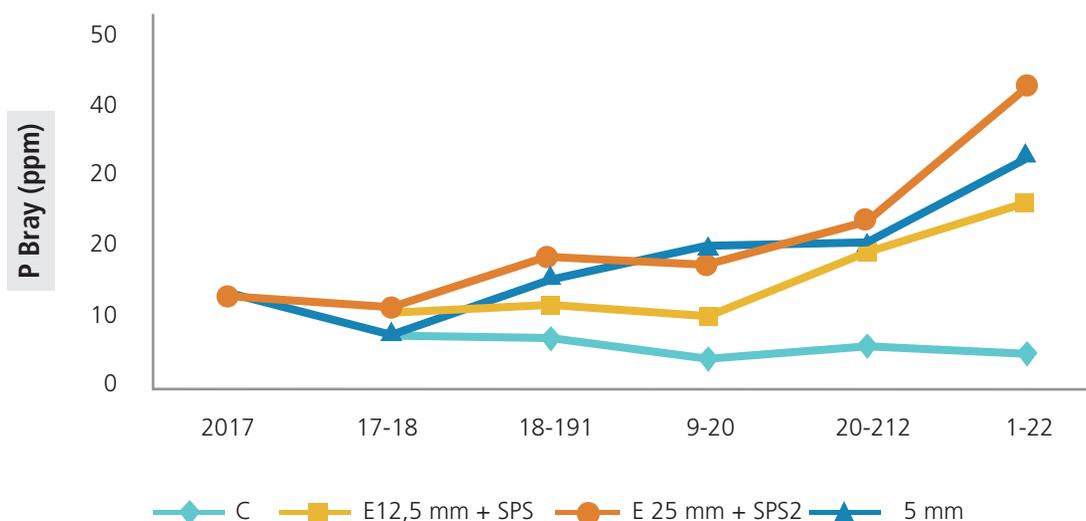


Figura 2. Contenido de P en el suelo (ppm).

### Propiedades físicas

El tratamiento C presentó una mayor Dap (1,43 g/cm<sup>3</sup>) que las parcelas con aplicación de efluente (1,35 g/cm<sup>3</sup>). A su vez, la fracción estable de los agregados, en el tratamiento C fue de 33,9%, mientras que en E12,5+SPS fue de 63,4%, en E25+SPS 67,3% y en E25 80,55%. Respecto a la estructura, el C presentó una estructura laminar superficial fina y subsuperficial media (Figura 3a), mientras que las parcelas con efluentes tuvieron una estructura en bloques subangulares medios y gruesos (Figura 3b). Este indicador explica las diferencias encontradas en los otros parámetros físicos medidos. La estructura laminar observada en C refleja la compactación de los agregados, generada por su baja estabilidad, mientras que los bloques son característicos de suelos con agregados más estables.



**Figura 3.** a) Estructura laminar superficial fina y subsuperficial media. b) Estructura en bloques subangulares medios y gruesos.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en 5 campañas de evaluación (2017-2022) demuestran el efecto positivo que genera el correcto uso agronómico de los efluentes porcinos en los sistemas productivos.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas de rendimiento entre las parcelas con efluentes y las parcelas con efluente + fertilizante; lo cual permite inferir que económicamente sería recomendable aplicar solo efluentes sin fertilizante ya que este cubriría las demandas nutricionales de los cultivos para este ensayo en particular.

La utilización de efluente porcino puede ser considerada como una importante estrategia de reposición de nutrientes (N y P) a largo plazo donde se preserva el medio ambiente y se conserva la fertilidad del suelo. En sistemas de producción donde el fósforo es limitante, el aporte de este elemento a través del purín se torna importante en cuanto a la producción y economía de la empresa.

La aplicación de efluentes porcinos contribuye a mejorar algunos indicadores de calidad física del suelo.

## Bibliografía:

Sainz Rozas, H. R., Eyherabide, M., Larrea, G. E., Martínez Cuesta, N., Angelini, H. P., Reussi Calvo, N. I., & Wyngaard, N. (2019). Relevamiento y determinación de propiedades químicas en suelos de aptitud agrícola de la región pampeana.

SAGyP, 2022. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/porcinos/estadistica/>

Sosa, N; Orcellet, J.M; Gambaudo, S. 2016. Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. International Plant Nutrition Institute (IPNI). IAH 23 – Sept 2016. ISSN 2222-016X

## Link

- <https://inta.gob.ar/documentos/ensayo-de-aplicacion-de-efluentes-porcinos-en-cultivo-de-maiz-campana-2017-2018>

# Efecto de la incorporación de compostaje y contenido ruminal vacuno sobre distintas variables evaluadas en suelo y en plantas de tomate

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar comparativamente dos enmiendas: ruminaza y compost, incorporadas al suelo de un cultivo de tomate Elpida, considerando variables de suelo y variables de crecimiento y desarrollo de las plantas. A tal fin se llevó a cabo un ensayo aleatorizado de 3 años en un lote ubicado en la localidad de Colonia Santa Rosa (provincia de Salta), de 0,5 ha en total dividido en cuatro bloques donde se dispusieron los siguientes tratamientos ubicados arriba del bordo: a) 1 m<sup>3</sup>/50mL/año de residuo verde de frigorífico (contenido ruminal), b) 1 m<sup>3</sup>/50mL/año de compost de r.a.c. (residuo agrícola de cosecha de caña de azúcar)-guano vacuno y descarte hortícola, c) testigo sin enmienda. Los resultados registrados hasta la actualidad, luego de 1, 6 años de investigación, dejan en evidencia que las variables evaluadas de crecimiento y desarrollo de las plantas presentan una clara diferencia a su favor frente al bloque testigo sin enmienda. Por su parte, para las variables de suelo no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos resultando que las dosis fueron óptimas y no acusan desequilibrios físico-químicos, observándose un incremento en la materia orgánica y estabilidad en las variables de pH y CEE.

## Introducción

En los últimos años, acompañando las tendencias a nivel mundial con enfoque agroambiental, en las provincias de Salta y Jujuy creció la utilización de enmiendas orgánicas en los cultivos de tomate considerando que la materia orgánica incrementa la habilidad del suelo para resistir diversas formas de degradación, mejorando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, incrementando la fertilidad y favoreciendo la nutrición a las plantas. Por otra

**Autores:** Fernández <sup>1</sup>, López, J.J. <sup>2</sup>, Visentini L.E. <sup>3</sup>, Lunad Rocha J. <sup>4</sup>

- 1.EECTY Jujuy
- 2.UNSa San Ramón de la nueva Oran
3. AER Metan
- 4.EEA Salta.

**Mail del autor principal:**  
[fernandez.ignacio@inta.gob.ar](mailto:fernandez.ignacio@inta.gob.ar)

parte, constituye una manera segura y eficaz de recuperar nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y otros elementos para las plantas.

A partir del año 2017, los técnicos de INTA AER Orán identificaron en la zona los siguientes problemas: i) deficiente información sobre degradación de suelos del 20% del territorio; ii) escaso desarrollo y adopción de técnicas de manejo de conservación de suelo en producciones hortícolas y cultivos extensivos; iii) inadecuadas prácticas agrícolas: asociadas al deficiente manejo de residuos de la producción agropecuaria e industrial.

Con miras a dar respuesta a las problemáticas detectadas, se evaluaron comparativamente dos enmiendas: guano y compost, incorporadas al suelo de un cultivo de tomate Elpida, considerando distintas variables en la finca El Caburé de la localidad de Colonia Santa Rosa, Salta.

La primera enmienda es residuo verde provisto por el frigorífico Bermejo (una materia prima no utilizada hasta el momento), y la segunda enmienda consiste en un compost de rac-guano y descartes hortícolas evaluadas y caracterizadas previamente.

## Metodología

Suelo de un lote con cultivo de maní y antecedentes de la enfermedad se colocó en macetas (5 kg/maceta). Se inoculó con esporas de *T. frezii* (10.000 esporas/g) y se sembró maní cv. Grano-leico. El efluente fue caracterizado con la finalidad de evaluar su pH, conductividad eléctrica (CE) y contenido de nutrientes. Los tratamientos fueron un testigo sin aplicación de enmienda (T) y dos dosis de efluente (15 y 30 l/m<sup>2</sup>, E15 y E30 respectivamente). El ensayo se llevó a cabo en invernadero bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. Se tomaron muestras de suelo a 40 días pos-siembra y a cosecha del cultivo para cuantificar carbono y nitrógeno de biomasa microbiana (CBM y NBM) y actividad microbiana enzimática global (FDA); cosechado el cultivo, se evaluó en suelo pH, CE, carbono orgánico de suelo (COS), nitrógeno total (N),

fósforo extraíble (Pe) y el nivel de inóculo-suelo del patógeno; y en planta se evaluaron parámetros fisiológicos como peso fresco y seco de biomasa aérea (PF y PS) y de respuesta al carbón del maní (% de vainas enfermas y peso de granos sanos).

## Resultados

El efluente porcino presentó las siguientes características físico-químicas: pH 7,96, CE 16,66 dS m<sup>-1</sup>, sólidos totales 0,90 %, N 0,80 g l<sup>-1</sup>, fósforo 74,98 mg l<sup>-1</sup>, potasio 1,92 g l<sup>-1</sup>, sodio 0,08 g l<sup>-1</sup>, calcio 0,07 g l<sup>-1</sup> y magnesio 0,50 g l<sup>-1</sup>.

Se destaca que la aplicación de efluente porcino: Estimuló el crecimiento de la biomasa microbiana registrando incrementos de CBM y NBM a los 40 días pos aplicación, sin diferencias significativas entre tratamientos (Fig.1).

	Altura	Diámetro	Número de flores por tratamiento / fecha 2021			kg/jaula cosechera 2021	kg/jaula cosechera 2022
			1	2	3	x:23,340 kg/J	x:23,340 kg/J
F	9,30	29,61	10,50	7,98	7,15	17,80	8,32
P	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0013
R <sup>2</sup>	0,14	0,34	0,20	0,16	0,15	0,18	0,36
CV	13,15	17,44	29,93	26,58	24,72	63,74	53,25
Media general	26,91	4,70	8,28	11,34	16,80	119,85	123,14
Tratamiento							
Ruminaza	28,26	5,32	9,78	12,75	18,98	149,19	192,51
Compost	27,51	4,87	8,35	11,63	16,55	145,81	119,74
Testigo	24,96	3,92	6,70	9,65	14,88	64,55	57,17

**Tabla 1.** Análisis de variancia y medias para las variables: altura, diámetro, número de flores por planta y kg/jaula cosechera, correspondientes a los años 2021 y 2022 en finca el Caburé del municipio de Colonia Santa Rosa.

## Bibliografía

Acosta, L. (2008). Evaluación de la alimentación de conejos nueva zelanda por Chinchilla con ensilaje de contenido ruminal de bovino en el municipio de Manta, Cundinamarca. Zootecnia. Universidad de Cundinamarca. 2007. [3]

Sandoval, C. (2004). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta.

Wilfredo Peñafiel R.I; Delia Ticona G. Nutritional elements in the production of biol fertilizer obtained with different types of inputs and different amounts of bovine rumen contents from slaughterhouse from the city of La Paz

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020.

Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

# Evaluación de efluentes de una planta de faena de rumiantes como fertilizante en estaqueros de álamos

## Introducción

Los efluentes de las plantas de faena de rumiantes contienen compuestos químicos que pueden provocar contaminación en los cursos de agua. En la región de los Valles Irrigados del norte de la Patagonia, estos efluentes luego de su tratamiento en lagunas de estabilización son vertidos a los desagües pluviales que desaguan/desembocan en los ríos.

## Objetivo

El objetivo del ensayo fue evaluar la respuesta en el crecimiento de cepas madre de estaqueros de álamos al agregado como fertilizante de efluentes de una planta de faena de rumiantes.

## Metodología

El ensayo se realizó en un estaquero de álamos euroamericanos (*Populus x canadensis* 'Ragone 22 INTA') de 5 años de edad ubicado en el INTA Alto Valle de Río Negro. Se seleccionaron 30 cepas madre para aplicar en 15 de ellas el efluente como fertilizante y las restantes 15 se utilizaron como testigo (sin aplicación de efluente). Se realizaron dos aplicaciones en primavera (18 de noviembre y 15 de diciembre 2021) con 10 litros de efluente cepa madre en cada aplicación. Se tomó una muestra del efluente y se envió al laboratorio para su análisis. Se realizaron evaluaciones de Índice Verde (IV),

**Autores:** Sergio Romagnoli <sup>1</sup>, Esteban Thomas <sup>1</sup>, Mariela Curetti <sup>1</sup>.

1. INTA, EEA Alto Valle de Río Negro. Ctte. Guerrico, Río Negro.

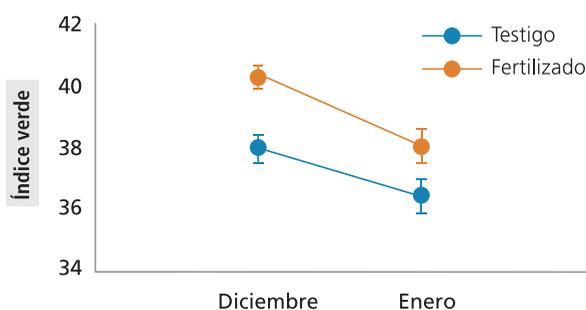
**Mail del autor principal:**  
[romagnoli.sergio@inta.gob.rr](mailto:romagnoli.sergio@inta.gob.rr)

que está relacionado con el contenido de clorofila en las hojas, el 3 de diciembre 2021 y el 26 de enero 2022, y la evaluación de la respuesta al crecimiento de los tallos (guías) de álamo el 9 de agosto de 2022.

## Resultados

Los resultados del análisis del efluente en laboratorio muestran un contenido de nitrógeno total (Ntotal) de 620 mg/l, nitratos (NO<sub>3</sub>) de 8,90 mg/l, amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) de 1,23 mg/l y de fósforo total (Ptotal) de 19,02 mg/l.

La fertilización con este efluente logró un incremento altamente significativo en el Índice Verde de las hojas a principios de diciembre. Hacia fines de enero, esta diferencia en el índice verde entre los tratamientos fue menor (Figura 1).



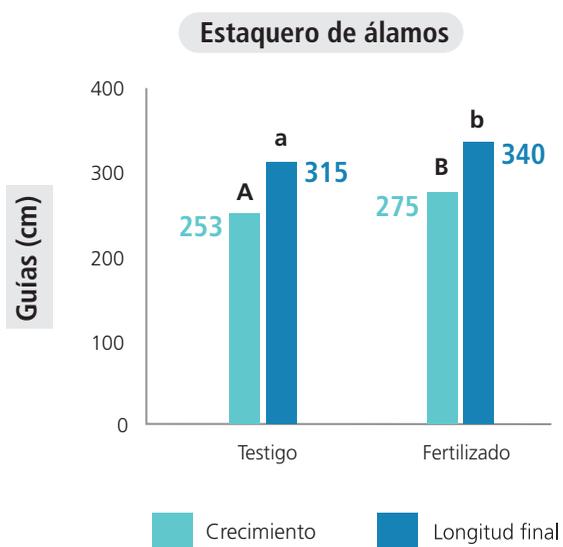
**Figura 1.** Índice Verde para los distintos tratamientos y fechas de evaluación.

## Conclusión

La aplicación del efluente permitió un crecimiento significativo de los tallos (guías) y su longitud final también superó significativamente la de los testigos (Figura 2).

## Perspectivas futuras

► A partir de los resultados de esta primera experiencia, sería importante continuar evaluando el efecto de la aplicación de estos efluentes como fertilizantes en estaqueros y en forestaciones de álamos y sauces en la región, buscando aumentar las dosis aplicadas y ajustar los momentos de aplicación.



**Figura 2.** Crecimiento y longitud total de las guías de álamo para ambos tratamientos.



**Figura 3.** Ejemplar de álamo del estaquero de la EEA ALTO VALLE seleccionado y preparado para la aplicación del efluente.



**Figura 4.** Dosificación del efluente en bidones para su posterior aplicación a campo.

# Reutilización de carbonilla para producciones familiares

## Introducción

La carbonilla es un producto del carbón que su uso no es la obtención de energía, puede considerarse relevante para el secuestro de carbono atmosférico y su almacenaje dentro de las tierras, ayudando a que éstas se hagan más fértiles. Debido a su estructura química, es más estable biológica y químicamente y permanece activo dentro de los suelos por cientos o miles de años.

La base existente detrás de este material se debe principalmente a dos hechos: en primer lugar, debido al descubrimiento de partículas similares al carbón en suelos muy fértiles y de alto contenido en carbono del Amazonas en Brasil, denominados Terra preta do Indio, y en segundo lugar, debido a investigaciones publicadas que han demostrado la resistencia a los procesos de degradación microbianos o físico-químicos que tienen lugar en el suelo de este material.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la importancia de la aplicación de Carbonilla en un suelo arcilloso, deficiente en nutrientes, del Noroeste de Corrientes.

## Metodología

El ensayo se realizó en un suelo arcilloso, pobre en nutrientes, ubicado en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes (INTA). Se utilizaron plantines de lechuga sembrados en bandejas y luego trasplantados en canteros sobreelevados, con un distanciamiento de 20 cm entre líneas y plantas. Se probaron cuatro situaciones: suelo (S); Suelo+carbonilla (S+C 5%); Suelo+estiércol vacuno (S+E 5%); y Suelo+estiércol vacuno+carbonilla (S+C+E). La carbonilla utilizada se obtuvo de una carbonera de la ciudad de Corrientes, y la misma, previo a su utilización, fue tamizada para obtener partículas finas, de diámetro hasta 1 cm. Se colocó riego suplementario por goteo. La cosecha de las plantas se realizó a los 60 días después de la

*Autores: Javier Bertollo <sup>1</sup>, Federico A. Pairedes <sup>1</sup>, José Machado <sup>1</sup>, Marcos Talabera <sup>1</sup>, Antonio Mac Cargo <sup>1</sup>, Carlos Paiva <sup>1</sup>, Carolina Fernandez Lopez <sup>1</sup>*

*1. INTA-Corrientes. Ruta 12 km 1008. El Sombrero (Corrientes) CP 3416*

*Mail del autor principal:  
[bertollo.javier@inta.gob.ar](mailto:bertollo.javier@inta.gob.ar)*

plantación (Figura 1), momento en el cual se determinaron las variables altura de plantas (cm), peso fresco (dag) y peso seco (g).

## Resultados Obtenidos

En trabajos previos, con ensayos en macetas y en condiciones controladas bajo cobertura se había determinado que la “carbonilla fina” era inocua para vegetales y microfauna; y que resultaba prometedora para colaborar con la retención de nutrientes y humedad en suelos pobres.

En este trabajo se observó que la carbonilla por sí sola no mejora la producción (Fig. 2), lo que sí lo logra el sólo agregado de estiércol vacuno; sin embargo al agregar estiércol y carbonilla se mejora la calidad de lo producido ya que amplía su diferencia en cuanto a peso seco y disminuye el “vicio” de las plantas de lechuga, reduciendo su altura.

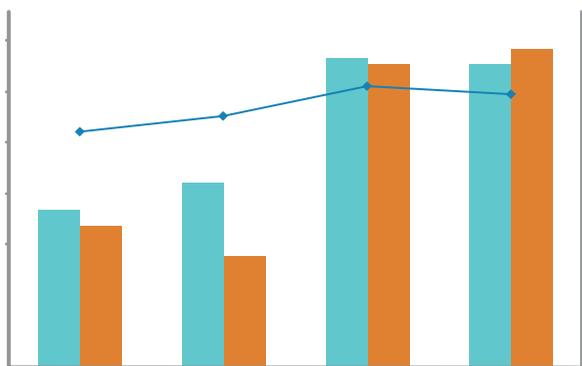
Se destaca que, más allá del riego instalado el presente ensayo se desarrolló durante el ciclo de NIÑA FUERTE que atravesó la provincia de Corrientes, con sequía extrema.



**Figura 1.** Canteros sobreelevados con distintos tratamientos

## Perspectivas Futuras

- Considerando los antecedentes previos se pretende continuar con las tareas a campo para analizar la repetibilidad de los resultados en diferentes condiciones climáticas.
- Se han realizado propuestas a la FCA-UNNE, para incrementar los ensayos con el trabajo que se encuentran realizando con Residuos Agrícolas de Cosecha (RAC), y para lo cual se evaluó de importancia relevante la posible interacción con carbonilla.



**Figura 2.** Resultados obtenidos en comparación para cuatro tratamientos: suelo (S); Suelo+carbonilla (S+C 5%); Suelo+estiércol vacuno (S+E 5%); y Suelo+estiércol vacuno+carbonilla (S+C+E)

# Aplicación de compost en vid. Efecto sobre indicadores de calidad de suelos y productividad del cultivo

## Introducción

La viticultura es la principal actividad agrícola en las provincias de Mendoza y San Juan. Ambas provincias, concentran el 90 % de la superficie del viñedo nacional. Desde hace décadas, el modelo productivo predominante es altamente dependiente de insumos de síntesis química, tanto para fertilización como para el control de malezas. Estudios sobre la sustentabilidad del cultivo de vid en la provincia de San Juan, han demostrado que el manejo convencional del cultivo presenta un alto grado de insustentabilidad, debido a un inadecuado manejo de suelo, pérdida de biodiversidad y dependencia del 100 % de insumos externos. En este sentido, la implementación de modelos de cultivo agroecológico, con incorporación de enmiendas orgánicas y menor dependencia de insumos de síntesis química, supone una posible situación ante esta problemática. Sin embargo, existen pocos trabajos documentados de los efectos de estas prácticas bajo condiciones de cultivo locales.

## Objetivo

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el manejo convencional de un cultivo de vid, en comparación con manejos agroecológicos que incluyen la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo y control de malezas por métodos mecánicos.

## Metodología

El ensayo se realizó en un cultivo de vid (*Vitis vinifera* L cv Malbec). Las plantas se regaron mediante riego tradicional, aplicándose 1200 mm anuales por hectárea. Los tratamientos se detallan en la tabla 1. El Compost fue provisto por el Parque de Tecnologías Ambientales (PTA-SEAyDS) y fue generado a partir de residuos agroindustriales (bodegas, galpones de empaque de ajo y olivícolas según la tempora-

**Autores:** Beatriz Pugliese <sup>1,2</sup>, Daniela Pacheco <sup>1,2</sup>, Silvina Infante <sup>2</sup>, Marcelo Garay <sup>3</sup>, Emilio Paroldi <sup>4</sup>, Luis Bueno <sup>1,2</sup>, Manuel Rodríguez <sup>1</sup>, Pablo Monetta <sup>1</sup>

1. INTA EEA San Juan
2. Depto de Agronomía UNSJ
3. Parque de Tecnologías Ambientales (SEAYDS), Gobierno de San Juan
4. Instituto de Biotecnología, UNSJ.

**Mail del autor principal:**  
[monetta.pablo@inta.gov.ar](mailto:monetta.pablo@inta.gov.ar)

da). El guano fue provisto por establecimientos de gallinas ponedoras. Ambas enmiendas se aplicaron en el espacio interfilas y posteriormente fueron incorporados al suelo mediante rastra de discos (Figura 1). Las aplicaciones se realizaron en el mes de agosto, durante tres temporadas 2019, 2020 y 2021. Luego de tres años se determinaron parámetros asociados a la fertilidad química (MO, N, P, K) y biológica (microorganismos cultivables) de suelos, como así también variables productivas del cultivo (peso de racimo, peso de baya, rendimiento, madurez).

## Resultados

Los suelos enmendados con compost presentaron los mayores valores de N, P, K y MO (Figura 2). Los suelos enmendados con guano de gallina, solo se diferenciaron del manejo convencional en el contenido de K. Las diferencias observadas entre la aplicación de compost y guano, resaltan la importancia del uso de enmiendas orgánicas estabilizadas, donde los nutrientes permanecen disponibles por más tiempo en el suelo.

El recuento de hongos filamentosos fue considerablemente mayor en los suelos enmendados con compost y guano de gallina que en el tratamiento con manejo tradicional (Figura 3). Esto, puede deberse a un inóculo de micelios y estructuras de resistencia de estos microorganismos a través de las enmiendas incorporadas, como así también a la promoción del desarrollo de microorganismos degradadores de la materia orgánica.

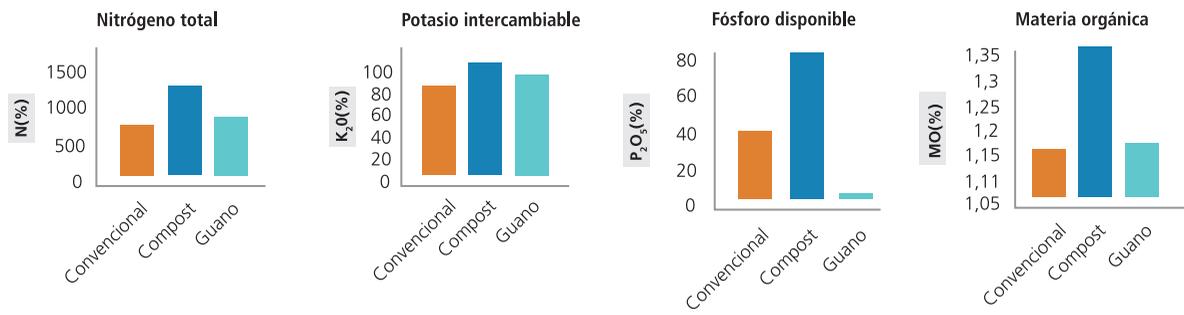
Por último, cabe destacar que el tratamiento con compost no presentó diferencias con el manejo convencional en ninguna de las variables productivas evaluadas (rendimiento por planta –Figura 3-, peso de racimos y bayas, contenido total de sólidos solubles –no mostrado-).



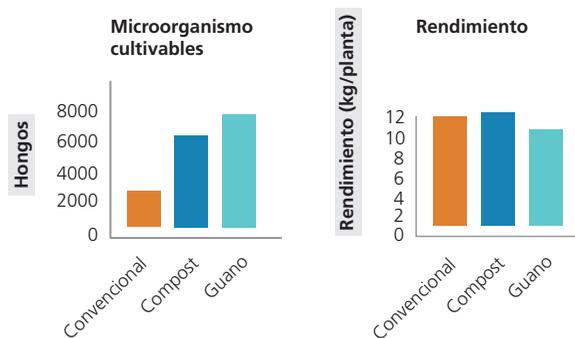
**Figura 1.** (A) Aplicación de dosis controladas de compost en espacio interfililar. (B) Imagen representativa luego de la incorporación de enmiendas al suelo con rastra de discos.

## Perspectivas futuras

Los resultados obtenidos demuestran que es posible sostener el nivel nutricional del suelo y la productividad de un viñedo mediante el reemplazo de fertilizantes de síntesis por prácticas agroecológicas basadas en la incorporación de enmiendas orgánicas estabilizadas. Sería preciso conducir ensayos a un plazo mayor que incorporen otras variables productivas como así también sociales y económicas a fin de profundizar en el estudio de las ventajas y desventajas de las prácticas evaluadas.



**Figura 2.** Parámetros de calidad de suelos luego de tres años de aplicación de tratamientos (Convencional, naranja; compost, azul; guano, celeste).



**Figura 3.** Abundancia de microorganismos cultivables en suelos y productividad por planta luego de tres años de aplicación de tratamientos (Convencional, naranja; compost, azul; guano, celeste).

Tratamiento	Descripción
Convencional	Urea (100 kg / ha / año). Control de malezas con glisofato 36%
Compost	32 t / ha / año. Control mecánico de malezas cada 20 días.
Guano	32 t / ha / año. Control mecánico de malezas cada 20 días.

**Tabla 1**

# Experiencias en abonado de suelos agrícolas y ganaderos con digerido en Santa Fe

## Introducción

Los suelos bajo producción agrícola-ganadera del norte de Santa Fe presentan disminución de su calidad fisicoquímica, por lo cual suelen generar ofertas de nutrientes insuficientes tanto para cultivos agrícolas como forrajeros, sobre todo nitrógeno. La región presenta gran capacidad de generar enmiendas y abono de origen no mineral, como es el caso del digeridos provenientes de planta de biogás alimentadas con vinaza. Existe un incremento en el interés por utilizar nuevos recursos o elementos no convencionales para mejorar la fertilidad de suelos donde la información sobre el valor agronómico de líquidos como fertilizantes y abonos de los suelos toma importancia.

## Objetivos del trabajo

- Caracterizar los cambios de fertilidad química de suelo a corto y mediano plazo, ante la aplicación de digeridos al suelo como abono.
- Evaluar el impacto sobre la productividad vegetal de cultivos agrícolas y forrajeros, en comparación de digerido respecto a prácticas convencionales de fertilización.

## Metodología o abordaje metodológico

Ensayos en cultivos, trigo-soja, alfalfa, avena y pastura megatérmica de pasto cambá, con evaluaciones del rendimiento en grano y calidad de los mismos, biomasa aérea de forrajes, evaluaciones mediante análisis químico de suelos, estudios de concentraciones de nutrientes en digeridos y diseño de tratamientos con aplicación en pre siembra de dosis adecuadas de digerido según su concentración de nutrientes en comparación con testigos fertilizados mediante estrategias convencionales de uso frecuente para cada cultivo.

**Autores:** Luciano Mieres<sup>1\*</sup>, María Ana Brach<sup>1</sup>, Miqueas Sandoval<sup>1</sup>, Cesar German Castro<sup>1</sup>, María Ofelia Leohnaht<sup>1</sup>.

1- EEA INTA Reconquista

**Mail del autor principal:**  
mieres.luciano@inta.gob.ar

## Resultados obtenidos

### Secuencia Trigo-Soja.

El uso de digeridos se realizó en dosis de 6000 y 18000 litros por hectárea en el barbecho, y determinó cambios en el corto plazo en el suelo, en presiembra de trigo. Las concentraciones de fósforo disponible, nitrógeno disponible en forma de nitratos y potasio intercambiable, aumentaron en la profundidad 0 a 10 cm. En dosis de 18000 L/ha, fósforo disponible se incrementó a 52 ppm de 0 a 10 cm de suelo, lo que equivale un aumento de 250% respecto de suelo sin digerido que contuvo 20 ppm. Con aplicación de 6000 L/ha el fosforo disponible fue de 30 ppm, por lo que se incrementó 160%. En las profundidades 10 a 20 cm y 20 a 40 cm fosforo disponible no cambió y fue similar entre tratamientos de suelo. Otro de los cambios mencionados, el de las concentraciones de nitrógeno disponible en forma de nitratos al aplicar 18000 L/ha, ascendió a 132 ppm, mientras que con la dosis de 6000 L/ha aplicada fue de 102 ppm y sin aplicación de digerido, 46 ppm. De 10 a 20 cm de suelo también ocurrieron aumentos significativos de nitratos, siendo los contenidos más adecuados los generados por el uso de 18000 L/ha, 58 ppm. profundidad 0 a 10 cm, con aumentos importantes en dichas variables de suelo que triplican el contenido del testigo. La concentración

de potasio intercambiable aumentó al aplicar el abono en la profundidad 0 a 10 cm, 45% en la mayor dosis (0,73 meq/100 gr) y 21 % en la menor dosis (0,6 meq/100 gr), respecto de los valores dados en el testigo (0,5 meq/100 gr).

Respecto a los cambios evaluados previos al cultivo sucesor, soja, solo se registraron cambios residuales en el fósforo disponible. En la profundidad 0 a 10 cm la aplicación de 18000 L/ha registró valores de 33 ppm, lo que equivale a un aumento de 177% respecto al testigo (19 ppm) fertilizado con 70 kg/ha de fosfato en la siembra de trigo. Al aplicar 6000 L/ha a mediano plazo mantuvo valores de 29 ppm, 117% más que el testigo. En la profundidad 10 a 20 cm, como también en la profundidad 20 a 40 cm los valores de fosforo disponibles presentaron aumentos significativos respecto del testigo.

Los cambios resultan coincidentes con las propiedades fisicoquímicas que caracterizaron el digerido utilizado. Estos presentan un residuo seco variable a lo largo del año, entre 4 y 5 %, mayormente de origen orgánico, con 2,1 g/l de fósforo total de forma media y 2,2 g/l de nitrógeno total, 1,1 g/l de nitrógeno amoniacal, 7,9 g/l de potasio total. La aplicación no determinó cambios en el carbono orgánico y nitrógeno total, pH del suelo, la conductividad eléctrica, motivo por el cual se considera la práctica como poco influyente sobre el ciclo del carbono en el corto y mediano plazo. Tampoco en bases intercambiables calcio, magnesio y sodio.

Ante la aplicación de 18000 L/ha de digerido, el trigo rindió 3760 kg/ha y superó en 8,7% (301 kg/ha) al tratamiento con fertilización convencional (70 kg/ha de fosfato di amónico). El rendimiento para el tratamiento 6000 L/ha de digerido resultó de 3606 kg/ha y no se diferenció estadísticamente del testigo (3459 kg/ha). El peso medio de 1000 granos (41,3 gr), el índice de cosecha (0,29), contenidos de proteína (10,6%) y gluten húmedo (23,3%), no cambiaron por el uso del digerido como abono.

El rendimiento de soja de segunda al aplicar 18000 L/ha de digerido fue 2090 kg/ha, una productividad 11,8% mayor (220 kg/ha) respecto del testigo (fertilizado con 70 Kg/ha de fosfato di amónico) y 20% mayor que la dosis de 6000 L/ha de digerido. El peso de 1000 granos (121,8 gr), índice de cosecha (0,32), proteína (40,2%) y grasa (23,3%), Profat (63,3%) no variaron por el uso del digerido.

Este experimento permitió concluir que al aplicar digerido en dosis de 18000 L/ha, mejora los niveles disponibles de N, P y K en suelo y determinan mejoras en el rendimiento de la secuencia Trigo-Soja de segunda, siendo una dosis adecuada para una estrategia válida de cambio en la nutrición actual de ambos cultivos en el norte de Santa Fe.

### **Cultivares de Avena**

La productividad media de avenas, 6 variedades de ciclo corto evaluadas sembradas en 29 de marzo de 2021, que recibieron en el barbecho digerido aplicado al suelo en dosis de 20.000 l/ha, fue de 2273, 3780, 4860 y 5893 Kg/ha de materia seca, n los 4 cortes realizados en meses de mayo y junio, a los 43, 56, 72 y 91 días desde la siembra. Esto representó aumentos en la producción de forraje con digerido de 42, 49, 19 y 18% respetivamente para cada fecha, respecto de parcelas fertilizadas con nitrógeno y fósforo (100 kg/ha de fosfato diamónico a la siembra +100 kg de Urea)

En este experimento se destaca el gran vigor inicial, como también una adecuado volumen y calidad de forraje generada. Estos resultados posibilitan que lotes utilizados para conservación de forrajes o pastoreo directo, luego puedan ser barbechados para cultivos agrícolas sucesores que pudiesen aprovechar la fertilidad residual, en búsqueda de planeos mixtos en suelos agrícolas.

### **Pasto cambia**

En un lote implantado en 2019 destinado a forraje para semilla, que poseía 250 macollos/m<sup>2</sup>, se aplicó digerido en el mes de septiembre de 2020, a razón de 30.000 litros/ha, y se evaluó

la productividad respecto de una parcela testigo. La producción de forraje con digerido, expresada como materia seca (Kg/ha) fue 1017, 7051, 1262 y 1737 en los 4 cortes sucesivos en noviembre, enero, marzo y abril. Esto significa una diferencia de 31, 505, 31 y 108% más que el cultivo sin aplicación de este abono. La productividad acumulada que refleja en todo el período considerado, con digerido fue 11.067 kg MS/ha, casi 3 veces más que el testigo sin aplicación, 3.742 Kg MS/ha.

Como resultado de esta experiencia se estableció la gran utilidad de digeridos para aumentar la eficiencia de utilización del agua disponible por parte de la pastura mega térmica, generando mucha biomasa y aprovechando los 950 mm de lluvias caídos.

### **Alfalfa**

En una pastura de alfalfa grupo 8 implantada en el mes de noviembre de 2019, con 50 plantas/m<sup>2</sup> logradas, y aplicación de digerido en dosis de 10.000 litros/ha, en 6 momentos durante 2020 y 2021 luego de distintos cortes, se pudo establecer que, con digerido, el cultivo de alfalfa generó de forma media una mayor productividad de materia seca, 2938 kg/ha promedio por corte y un acumulado de 30.018 kg/ha en dos años desde su siembra, en comparación con un testigo sin uso de fertilizantes, que produjo 2556 kg/ha promedio por corte y acumuló 26320 kg/ha en el mismo período. La productividad en cada corte presentó diferencias siempre a favor de digerido, entre 3 y 44 % con una media de 16%. Las diferencias comenzaron a ser más importantes en el mediano plazo que al inicio.

Se destaca que Alfalfa no presentó problemas de disminución de stand de plantas y respecto a su calidad forrajera, se constató mayor tamaño de horas en parcelas con digerido en algunos cortes.

### **Recomendaciones para la aplicación de digeridos**

Resulta adecuado que el uso de los mismos como abonos en suelos de capacidad agrícola-ganadera, ya que estos poseen condiciones químicas

adecuadas para tomar los beneficios del abono y generar un aumento de la productividad.

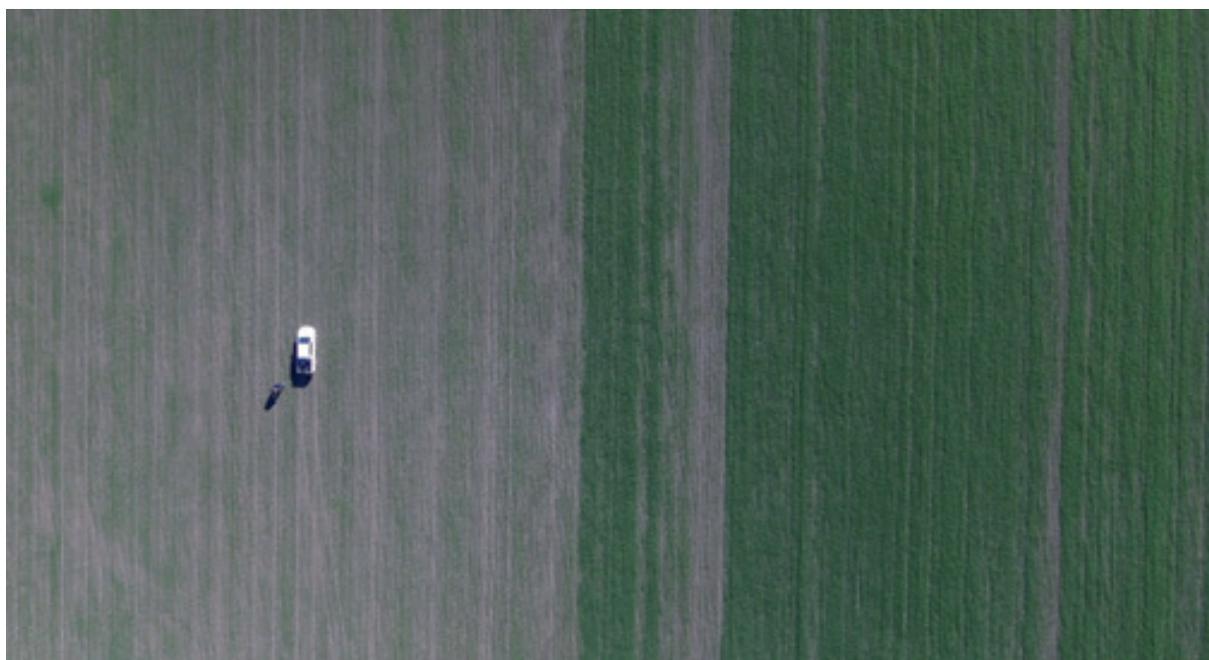
El suelo debe presentar capacidad para soportar el tránsito de equipos aplicadores y se puede generar compactaciones difíciles de revertir en suelos muy húmedos.

Los suelos clase 5 y 6 además de su dificultad para ser laboreados, suelen presentar condiciones de anegamiento temporario en épocas húmedas, lo que repercute en pérdidas del nitrógeno del sistema y posible contaminación de ambientes naturales con el agua de escorrentía.

### **Perspectivas futuras**

- El uso de digeridos como abono en agricultura presenta un gran potencial, y es posible que la instalación de plantas se incremente en Santa Fe. El sistema de aplicación de digeridos en su forma líquida utilizado en la actualidad, requiere mejoras en la dosificación y uniformidad de aplicación, como también presenta el desafío de aplicar en cercanías de centros poblados, dado olores que generan molestias, aunque ello no presente riesgo potencial a la salud.

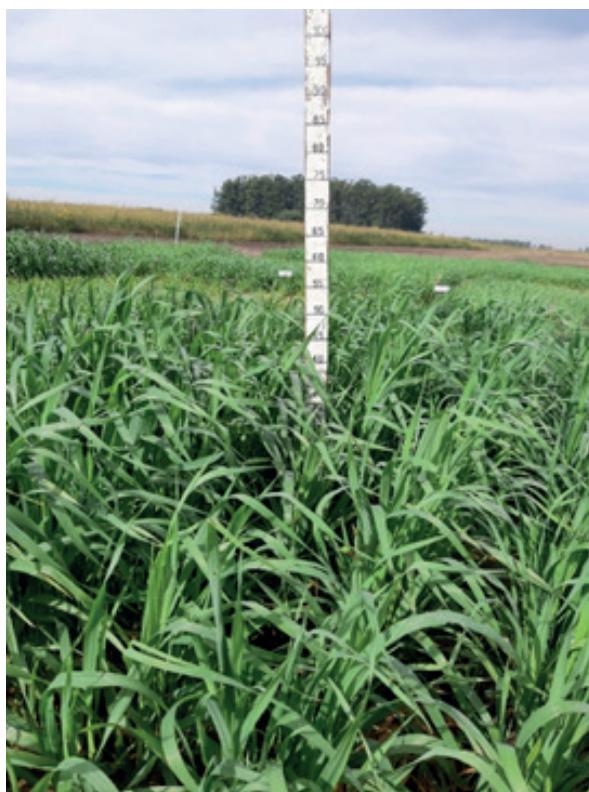
- El uso de estrategias para disminuir olores con laboreos estratégicos luego de la aplicación del abono, como el uso de sistemas mecánicos que permitan la inyección del líquido en el suelo, no presentan antecedentes en la región, lo que determina un campo de acción a mediano plazo, tanto en evaluación de sistemas disponibles de aplicación, como en el desarrollo de maquinarias específicas para lograr aplicaciones eficientes, en búsqueda de mayor impacto productivo en relación al abono utilizado.



**Figura 1.** Cultivo de trigo en estado de macollaje con y sin aplicación de digerido en lote de producción comercial.



**Figura 2.** Aplicación de digerido con camiones cisternas para el abonado de suelos previo a la implantación de alfalfa consociada con avena y cebadilla.



**Figura 3.** Cultivar de Avena a los 43 días de la siembra, abonado solamente con digerido que logró 2400 kg/ha de biomasa aprovechable de alta calidad forrajera.



**Figura 4.** Pastura megatermica de pasto cambia abonada con digeridos que manifiesta abundante productividad forrajera.

### Links

- [https://inta.gob.ar/sites/default/files/revisita\\_voces\\_y\\_ecos\\_no43\\_2\\_ensayos\\_de\\_avenas\\_en\\_la\\_eea\\_reconquista.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/revisita_voces_y_ecos_no43_2_ensayos_de_avenas_en_la_eea_reconquista.pdf).
- <https://inta.gob.ar/documentos/abonado-de-trigo-y-soja-con-digerido-proveniente-de-biodigestores>
- <https://www.youtube.com/watch?v=rtzOIJ8Pljk>

# Evaluación de compost realizado a partir de lodos activados en el cultivo de cebada

## Introducción

Durante el malteo de cebada se generan efluentes que son tratados mediante procesos físicos y biológicos. Del proceso biológico se genera un excedente de lodos activados. Se llevó a cabo un proceso de compostaje de los lodos, transformándolos en enmienda para el suelo. Luego dicho compost fue aplicado en un ensayo de la Chacra Experimental Integrada Barrow. El objetivo fue evaluar la utilización del compost, como enmienda en suelos agrícolas, analizando los efectos sobre la productividad de cebada y sobre el suelo (campaña 2018/19), así como su residualidad en la campaña siguiente (campaña 2019/20).

## Metodología

Se caracterizó compost: pH, Conductividad eléctrica (CE), Carbono orgánico (CO), Nitrógeno total (Ntotal), Nitrógeno disponible (N-NO<sub>3</sub>-), fósforo total (Ptotal) y fósforo extractable, Bray-Kurtz 1 (Pe). El compost fue realizado en la planta de la Maltería en Tres Arroyos, luego trasladado a la CEI Barrow. Se efectuaron 5 tratamientos de compost: 0, 5, 10, 20 y 40 tn/ha. Cada dosis de compost se evaluó con y sin la aplicación de fertilizante fosforado, a razón de 80 kg/ha de fosfato di amónico (DAP). Con las dosis de 5 tn/ha, una se dejó en superficie y la otra fue incorporada en el suelo con rastra de discos, al igual que los demás tratamientos. Se sembró un cultivo de cebada en fecha y densidades óptimas para la zona.

Se evaluó producción de biomasa aérea total, Nffl de espigas por metro cuadrado, índice de verdor (Spad) (estos tres indicadores solo en la campaña 2018/19), rendimiento, proteína en grano, Nffl de granos por metro cuadrado y calibre. Las muestras de suelo analizadas en el laboratorio fueron: testigo sin compost, 10 y 40 tn/ha.

*Autores:* Martin Zamora <sup>1</sup>, Alejandra López <sup>1</sup>, Adrian Regalía <sup>1</sup>, Luciano Orden <sup>2</sup>

1. CEI Barrow (Chacra Experimental Integrada Barrow), 2. EEA H. Ascasubi

*Mail del autor principal:*  
[zamora.martin@inta.gob.ar](mailto:zamora.martin@inta.gob.ar)

## Resultados obtenidos

Los indicadores de suelo mejoraron al aumentar la dosis de Compost. En relación al contenido de P en la campaña 2019/20, se observó un aumento significativo en la concentración de P extraíble para los tratamientos de 10 y 40 tn de compost en relación a la campaña anterior. Los indicadores Nan y MO incrementaron significativamente al aumentar la dosis de Compost durante la primera campaña.

Las dosis de compost fueron significativas sobre todas las variables analizadas en el cultivo. (Campaña 2018-2019). Así mismo, se observó un mayor desarrollo de las plantas, tanto en altura como en tamaño de hojas y tallos. La residualidad del compost presentó efectos altamente significativos sobre rendimiento, la producción de biomasa aérea y el contenido de proteína en grano (campaña 2019-2020), sin embargo no tuvo efectos sobre el calibre.

## Perspectivas futuras

La revalorización de lodos permitió incorporar un residuo en la economía, con la posibilidad de obtener un fertilizante orgánico, así este residuo, deja de considerarse como tal y pasa a formar parte de la cadena productiva. Debemos minimizar el uso de recursos naturales no renovables y luego reducir la generación de residuos buscando alternativas de incorporación de dichos residuos a la cadena productiva, al menor costo posible.

# Implementación de estrategias de aprovechamiento de aguas residuales tratadas.

## Introducción

El aprovechamiento de aguas residuales tratadas (ART) en esquemas que permitan su uso en riego agrícola forestal adquiere una importancia estratégica en regiones áridas o semiáridas y con amplia disponibilidad de tierras, condiciones que se cumplen en gran parte de la Patagonia. La reducción de los niveles de vertido de ART hacia cuerpos hídricos naturales (demanda social cada vez más importante), mediante su uso en sistemas de producción de biomasa vegetal, se plantea como una estrategia factible por las características del recurso (disponibilidad y alto contenido de nutrientes).

En la provincia de Río Negro, existen numerosas plantas de tratamiento de efluentes cloacales con potencial para el aprovechamiento de ART. La gestión de este recurso en la provincia corresponde al Departamento Provincial de Aguas (DPA) organismo que regula su tratamiento y uso, según legislación provincial específica. El planteo de esquemas productivos que aprovechen las ART implica el cumplimiento de aspectos legales, una fuerte vinculación interinstitucional, el compromiso de recursos económicos y el diseño de esquemas productivos capaces de generar altos consumos hídricos.

## Objetivo

- Las experiencias que desarrollamos plantean como objetivo el diseño de esquemas de aprovechamiento de ART para su uso en riego forestal.

## Metodología

En la primera etapa de trabajo se planteó la instalación de espacios de producción de material forestal para plantación (estaqueros de Salicáceas) y producción de especies ornamentales, en las plantas de tratamiento de efluentes cloacales de las localidades de San Javier y General Conesa (provincia de Río Negro) donde se evaluará el desempeño de los materiales forestales y se producirá material de

*Autores: Manuel García Cortés<sup>1</sup>, Atilio Ramón Segura<sup>2</sup>, Santiago Magning<sup>3</sup>.*

- 1. AER San Javier, EEA Valle Inferior del Río Negro. INTA.*
- 2. AER General Conesa, EEA Valle Inferior del Río Negro. INTA.*
- 3. Departamento Provincial de Agua. Provincia del Río Negro.*

*Mail del autor principal:*  
[garciacortes.manuel@inta.gob.ar](mailto:garciacortes.manuel@inta.gob.ar)

plantación para la instalación de esquemas productivos de mayor escala.

## Resultados

Respecto del avance de la experiencia, se logró formalizar el marco legal que permite hacer uso del recurso (firma de Convenios de Cooperación Técnica entre DPA, INTA, ARSAI y gobiernos locales<sup>2</sup>), permitiendo enmarcar la propuesta y acceder a fuentes de financiamiento para su concreción (fondos DPA, proyecto PD I 518, aprobación proyecto ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología). Los convenios permitieron también canalizar recursos para la contratación de personal encargado del mantenimiento de las estrategias planteadas (ej: riegos, control de malezas, podas).

El esquema productivo instalado cuenta en ambas localidades con estaqueros en producción de Salicáceas con 5 clones sauce y 4 clones de álamo. En ambos casos se instaló un sistema manual de distribución y riego gravitacional. También se realizó la instalación de cortinas forestales regadas con ART en parte del perímetro del predio de las plantas.

## Perspectivas futuras

La siguiente etapa prevé la instalación de módulos forestales y la automatización del sistema de captación, distribución y riego. Estimamos que el desarrollo de los mismos nos permitirá recabar la información necesaria para el diseño de esquemas de producción de mayor escala.



**Figura 1.** Estaquero de Sauce, Géminis INTA CIEF (*Salix matsudana*) regado con efluentes cloacales tratados.



**Figura 2.** Cortina forestal de Casuarina (*Casuarina cunninghamiana*) regada con efluentes cloacales tratados.



**Figura 3.** Estaquero de Salicáceas regadas con efluentes cloacales tratados.



**Figura 4.** Pileta facultativa de tratamiento de efluentes cloacales.

# Uso de biosólidos en sistemas forestales de rápida rotación para producción de bioenergía

## Introducción

Como subproducto del tratamiento de los efluentes cloacales se generan “biosólidos”, cuya creciente producción y los impactos ambientales derivados de su uso preocupan cada vez más. Su incorporación en suelos es una de las alternativas con mayor potencial, dado que su alto contenido de materia orgánica y nutrientes pueden mejorar propiedades de los suelos. Sin embargo, son limitantes de esta práctica el contenido de sustancias contaminantes y de patógenos. El compostaje y la co-aplicación de biosólidos con zeolitas podrían morigerar la contaminación y favorecer una liberación gradual de sus nutrientes en el suelo, limitando así los problemas ambientales relacionados.

## Objetivo del trabajo

El objetivo de este trabajo fue evaluar el potencial uso de biosólidos cloacales como enmiendas en sistemas forestales, cuantificando el impacto ambiental (en suelo, aire, agua y vegetación) derivado de su aplicación directa a suelos y con diferentes procesos de estabilización.

## Metodología

En primer lugar se compostaron los biosólidos conformando pilas de biosólidos mezclados con chip de poda, realizando volteos periódicos durante 6 meses. Se monitorearon las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y se evaluó la reducción de patógenos al finalizar el proceso. Luego se realizó la aplicación de biosólidos solos, co-aplicados con zeolitas al 20% y compostados, sobre una plantación recientemente establecidas de *Salix* sp., utilizando dosis limitadas por el aporte de nitrógeno al suelo (Resolución 410/18). Se incluyó también la evaluación de dos formas de aplicación: superficial, e incorporado en surcos entre hileras de plantación de 20 cm de profundidad. Desde la aplicación de los materiales en febrero de 2022 se ha realizado un monitoreo de la volatilización de amonio, la emisión de GEI y la persistencia de

**Autores:** *Hernán Kucher*<sup>3,4</sup>; *Vanina Cosentino*<sup>1,2</sup>; *Alejandro Costantini*<sup>1,3</sup>; *Pedro Rizzo*<sup>1</sup>; *Edit Otero Estrada*<sup>1</sup>; *Ana Lupi*<sup>1</sup>; *Pablo Patahuer*<sup>1</sup>; *Teresa Cerrillo*<sup>1</sup>.

1. INTA
2. CONICET
3. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires
4. AySA

**Mail del autor principal:**  
[romaniuk.romina@inta.gob.ar](mailto:romaniuk.romina@inta.gob.ar)

microorganismos patógenos en el suelo. Al año de la aplicación, se tomarán muestras de suelo sobre las que se medirán los contenidos de materia orgánica, macro y micronutrientes, metales pesados, y las características de la comunidad microbiana. También se estudiarán propiedades físicas de los suelos y el rendimiento de biomasa aérea del componente forestal. Paralelamente, mediante el empleo de columnas rellenas con suelo sin disturbar y con la adición de las mismas enmiendas ensayadas en la plantación, se estudiará la lixiviación potencial del nitrógeno, fósforo y metales pesados.

## Resultados obtenidos

El proceso de compostaje de los biosólidos resultó efectivo para mejorar la calidad de los biosólidos, aunque tuvo una elevada emisión de GEI asociada principalmente a la liberación de óxido nitroso. Actualmente se encuentran en procesamiento y análisis los resultados parciales del ensayo a campo, destacándose hasta el momento una reducción significativa de patógenos en los primeros dos meses de ensayo y una marcada concentración de las emisiones de GEI en el primer mes.

## Perspectivas futuras

Se prevé continuar el experimento a campo realizando una segunda aplicación de los mismos materiales, así como también replicar la experiencia con otras especies vegetales. En el largo plazo se pretende publicar una guía de recomendaciones para el aprovechamiento sustentable de biosólidos en plantaciones con fines bioenergéticos.

## Links

- Kucher, H.; Amado Torres, A.; Diehl, J.; Muñoz Cabrera, A.; Martínez, M.; Cosentino, V.; Rizzo, P.; Torri, S.; Costantini, A.; Romaniuk, R. 2022. Evaluación de la dosis óptima de cal para la higienización de biosólidos. XI Jornadas de Jóvenes Investigadores (FVET-UBA), Buenos Aires, 9-10 de junio 2022.
- Kucher, Hernán; Cosentino, V; Rizzo, P; Lupi, A; Costantini, A; Romaniuk, R. Evaluación del compostaje de barros cloacales mediante parámetros físicos, químicos y biológicos. III Simposio de residuos agropecuarios y agroindustriales de NOA y Cuyo, Santiago del Estero, 28 y 29 de octubre de 2021. Modalidad eposter. <https://www.simposioresiduosnoaycuyo.com.ar/trabajos/67/96571a80e021f7a24c9e9debf-c67923e.pdf>
- Kucher, H; Cosentino, V, Rizzo, P; Lupi, A; Costantini, A; Romaniuk, R. 2021. Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero durante el compostaje de biosólidos: caso de estudio en una planta de efluentes cloacales bonaerense. X Jornadas de Jóvenes Investigadores (FVET-UBA), Buenos Aires, 3-4 de junio 2021. Modalidad eposter.
- Kucher, H.; Cosentino, V; Lupi, A.; Costantini, A.; Romaniuk, R. 2020. Evaluación de una técnica de muestreo compuesto de GEI emitidos desde una pila de compostaje de barros cloacales. XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Corrientes, 16 de octubre de 2020. Modalidad poster. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8946>
- Kucher, H.; Cosentino, V; Lupi, A.; Romaniuk, R. 2019. Ajuste en la medición de la emisión de óxido nitroso durante el compostaje de barros cloacales. IX Jornadas de Jóvenes Investigadores (FVET-UBA), 6-7 de junio 2019. Exposición oral.



**Figura 1.** Pilas compostaje de biosólidos mezclados con chip de poda municipal.



**Figura 2.** Parcela experimental de Salix sp. donde aplicaron biosólidos en forma superficial.



**Figura 3.** Incorporación de biosólidos en surcos de 20 cm de profundidad entre hileras de árboles.

# Reutilización de aguas residuales tratadas (art) para riego de especies forrajeras y forestales en Ing. Jacobacci

## Introducción

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 la escasez de agua afecta las actividades humanas y la producción bajo riego es dificultosa. Sin embargo, existe también un riesgo ambiental que es necesario monitorear.

En Ing. Jacobacci (Río Negro) funciona una planta de tratamiento de líquidos cloacales que genera ART. En el año 2015 se firmó un convenio entre el INTA, la Universidad Nacional de Río Negro y el Departamento Provincial de Aguas, la Cooperativa de Agua y el Municipio de esa localidad que se propusieron como objetivo diseñar y probar estrategias para el mejor uso de esas ART.

## Objetivo del trabajo

- Evaluar propuestas técnicas (especies y métodos de riego) para la reutilización de ART en producciones bajo riego y monitorear los potenciales impactos en el suelo en el mediano y largo plazo.

## Metodología

Se instalaron en el predio de la planta de tratamiento dos ensayos para evaluar los efectos de la aplicación del agua tratada alternativas productivas. Para comprender mejor los impactos diferenciales que conlleva el uso de este tipo de agua, comparamos el riego con agua residual con el convencional, que se efectúa con agua de una perforación. Para la producción de forraje, se está evaluando la vegetación natural espontánea que crece luego de sistematizar el terreno para riego (CN) y alfalfa. Para la producción de leña se ensayan olivillo (leñera rústica y adaptada a la región) y un clon de sauce (524/43 del híbrido *Salix matsudana* x *S.alba*) con buenos desempeños en condiciones ambientales semejantes. El ensayo de forrajeras se riega por superficie en melgas y el de forestales, por un sistema mangueras perforadas.

*Autores: María Victoria Cremona <sup>1,2</sup>, Martha Cecilia Riat <sup>2</sup>, Virginia Velasco <sup>1</sup>, Santiago Magnin <sup>1</sup>*

1. INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

2. UNRN – Universidad Nacional de Río Negro

3. DPA – Departamento Provincial de Aguas de Río Negro

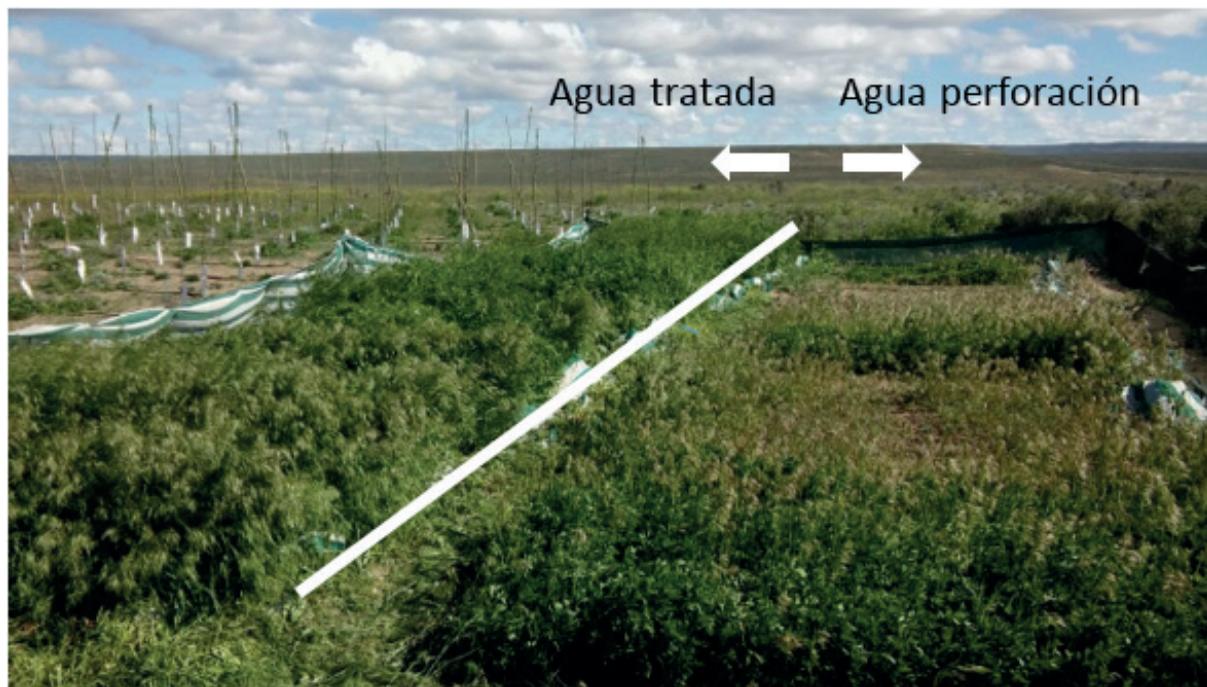
*Mail del autor principal:*  
[cremona.mv@inta.gob.ar](mailto:cremona.mv@inta.gob.ar)

## Perspectivas futuras

El DPA está impulsando la difusión de este tipo de proyectos. Con su apoyo y el financiamiento de un proyecto del Luego de seis temporadas de crecimiento, los resultados en términos de producción de biomasa son prometedores. Los ensayos de forrajeras permitieron una evaluación a corto plazo, mostrando rendimientos promedio de materia seca muy interesantes para la zona, y con diferencias significativas a favor del riego con agua residual tratada (Tabla 1). Los ensayos forestales son aún incipientes, pero esperamos obtener resultados igualmente favorables en el mediano plazo.

Se evalúan también los posibles impactos ambientales monitoreando la evolución de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo que pueden verse afectados. En la Figura 2 se presentan, los cambios observados en el pH y la conductividad eléctrica del suelo en las parcelas de alfalfa luego de seis temporadas de riego, que se mantienen niveles que no representan ni un riesgo ambiental ni una limitación para el crecimiento de las plantas.

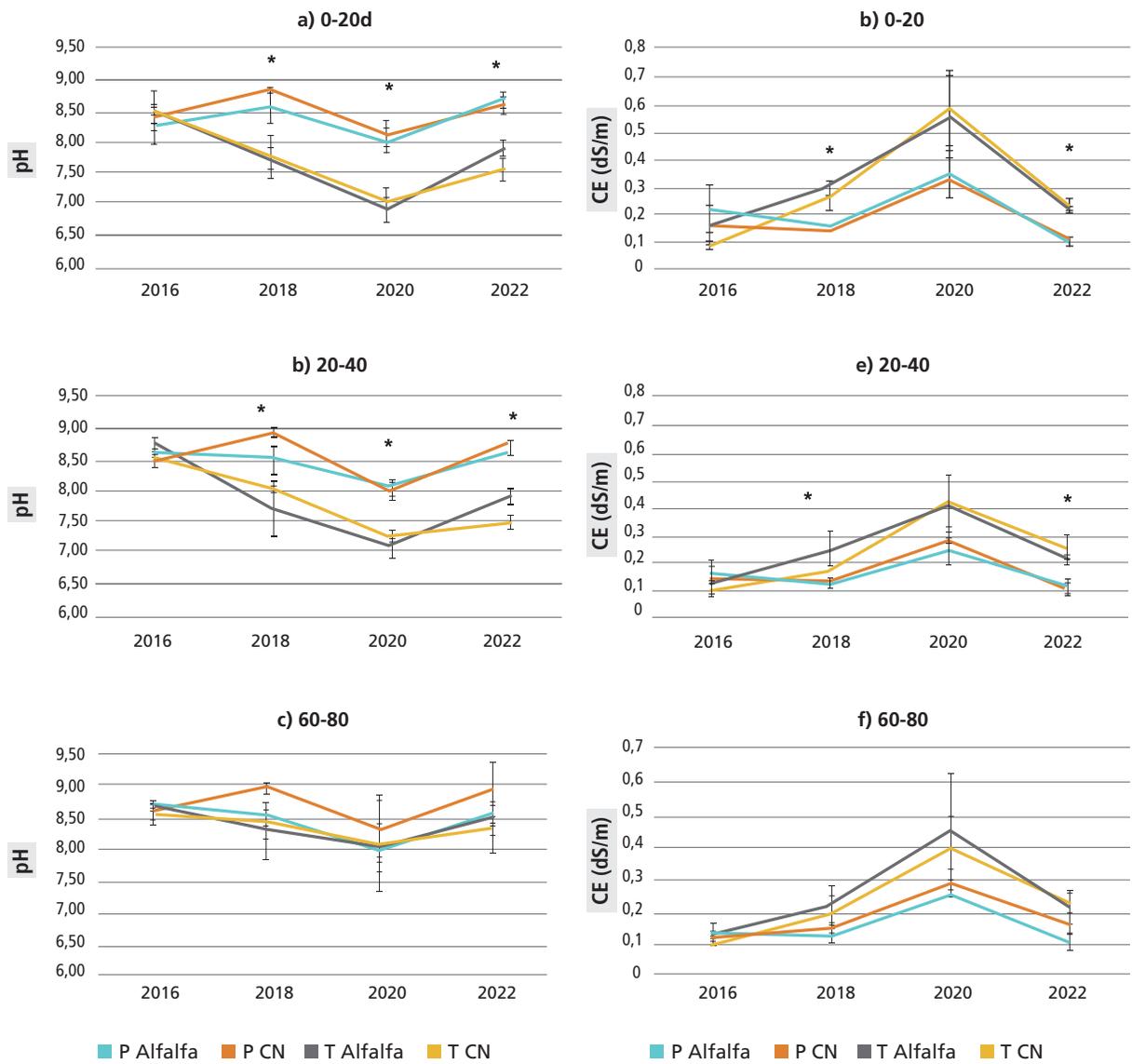
Programa IMPACT.AR se están instalando nuevos nodos de ensayo en tres puntos de la provincia, que se evalúan en conjunto desde INTA y la UNRN para continuar contribuyendo a la generación de información en la temática.



**Figura 1.** Vista general del ensayo de forrajeras. A la derecha parcelas regadas con agua de pozo. A la izquierda parcelas regadas con agua residual tratada.

Agua	Vegetación	kg MS/ha
Pozo	Alfalfa	32529 ± 12428
	Campo Natural	13424 ± 2939
ART	Alfalfa	37343 ± 12257
	Campo Natural	27828 ± 13894

**Tabla 1:** Rendimiento promedio de seis temporadas de crecimiento (2016-2022)



**Figura 2.** Evolución de la reacción del suelo desde la instalación del ensayo (2016) y cada dos años de riego, para los diferentes tipos de vegetación (alfalfa y campo natural) y tipos de agua utilizados (P de perforación y T agua residual tratada). Los asteriscos indican diferencias significativas entre tipos de agua ( $p < 0,05$ ).



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
Argentina