



inia

CONOCE  
TODAS  
NUESTRAS  
ACTIVIDADES



**INIA EN LA RURAL  
DEL PRADO 2025**  
Descubra este y  
otros contenidos  
para diferentes  
sistemas productivos

INIA por dentro

Cultivos

Agroalimentos

Hortifruticultura

Sustentabilidad

Producción Animal

Pasturas

Socio-economía

Producción familiar

Proyectos FPTA

Forestal

Actividades



# Sumario



Foto de tapa: stand de INIA en la Rural del Prado (Autoría: Alejandro Horack).

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

## JUNTA DIRECTIVA

Ing. Agr. PhD Miguel Sierra Pereiro  
**MGAP - Presidente**  
D.M.T.V. PhD Carolina Viñoles Gil  
**MGAP - Vicepresidenta**

Ing. Agr. Jorge Andrés Rodríguez Bidegain  
Ing. Agr. Patricio Cortabarría Rovira  
**Asociación Rural del Uruguay**  
**Federación Rural del Uruguay**

Ing. Agr. Diego Bonino Maccio  
Ing. Ag. Alberto Bozzo de Brum  
**Comisión Nacional de Fomento Rural**  
**Cooperativas Agrarias Federadas**  
**Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agropecuaria**

## Comité editorial:

Junta Directiva - Dirección Nacional  
Unidad de Comunicación  
y Transferencia de Tecnología

## Director responsable:

Ing. Agr. Joaquín Lapetina Acerenza

## Realización Gráfica y Editorial:

Aguila Comunicación y Marketing

Tel.: 2908 8482, Montevideo.

Edición: Setiembre 2025 / N° 82

Depósito legal: 371.006

Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.

La Revista INIA es una publicación de distribución gratuita del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

**Oficinas Centrales:** Edificio Los Guayabos  
Parque Tecnológico del LATU  
Avda. Italia 6201

Montevideo - Uruguay

**E-mail:** [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)

**Internet:** <http://www.inia.org.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 82 / Setiembre 2025

## 3 EDITORIAL

### INIA POR DENTRO

- 5 • Nuevos directores de sistemas

### CULTIVOS

- 7 • Un nuevo enfoque para la fertilización nitrogenada en maíz
- 12 • Nueva variedad de Soja-INIA: GÉNESIS 6401
- 16 • Preemergentes, rotación y combinación de herbicidas

### AGROALIMENTOS

- 21 • Primera cuantificación de la huella ambiental cítrica del Uruguay

### HORTIFRUTICULTURA

- 26 • Moho de bigote: ¿por qué la fruta uruguaya no es un riesgo para la diseminación de la enfermedad?

### SUSTENTABILIDAD

- 31 • Experimento de largo plazo hortícola
- 36 • Micro2Health: el potencial del microbioma del suelo para una agricultura más saludable y resiliente
- 41 • Construcción colectiva para una apicultura sostenible
- 45 • Consumo de nutrientes y la relación con las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en rumiantes

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- 49 • Genética de eficiencia de conversión - Núcleo informativo Hereford de INIA Glencoe
- 53 • Uso del nitrógeno fecal para estimar el consumo de forraje en ovinos y bovinos pastoreando campo natural
- 56 • Catálogo de prácticas para promover las transiciones agroecológicas en el sistema lechero
- 61 • La Plataforma de Salud Animal se fortalece contra nuevas enfermedades
- 65 • ¿Cuánto se pierde en el tambo por cada aborto causado por Neosporosis Bovina?
- 69 • Lanas de élite en Uruguay
- 73 • Genética, eficiencia y sostenibilidad ovina

### PASTURAS

- 77 • Hacia un Lotus más persistente

### SOCIO-ECONOMÍA

- 82 • Rotación arroz-soja-carne en la región este como estrategia de gestión del riesgo empresarial

### PRODUCCIÓN FAMILIAR

- 87 • PROCRIA: trabajando juntos por una ganadería más sostenible
- 92 • PROCRIA: el desafío de aprender de la experiencia para impulsarse al futuro
- 96 • Coinnovación para la asistencia técnica predial y su contribución al desarrollo de sistemas ganaderos familiares sostenibles

### PROYECTOS FPTA

- 100 • Evidencias y resultados del Proyecto Gestión del Pasto
- 106 • Tomate certificado bajo normas de producción integrada con uso de bioinsumos

### FORESTAL

- 109 • Nueva semilla forestal mejorada para el sector agropecuario: INIA SOMBRA 2
- 113 • Crecimiento de *Eucalyptus Smithii* en ensayos de orígenes y progenies

### ACTIVIDADES

- 117 • Ganadería en zona baja
- 118 • Visita del Presidente de la República a INIA La Estanzuela
- 120 • Hacia una estrategia efectiva para el control de la garrapata en Uruguay
- 122 • INIA en Expo Prado 2025
- 124 • 25 años de trayectoria del CRILU



# SEMBRAR CIENCIA PARA COSECHAR OPORTUNIDADES Y FUTURO

Ing. Agr. PhD Miguel Sierra Pereiro

Presidente Junta Directiva de INIA

Estamos en un año clave para el nuevo período de gobierno dado que se define la Ley de Presupuesto Nacional. A fines de agosto fue presentada por el actual gobierno la propuesta de ley que hoy se debate en el Parlamento, que tiene como ejes centrales: fortalecer la matriz de protección social con énfasis en infancia, adolescencia y salud, mejorar los estándares de seguridad pública, y acelerar el crecimiento económico y equitativo. El presupuesto se plantea una asignación incremental de 140 millones de dólares en 2026, que convergen a 240 millones para 2029.

Las autoridades de INIA, con el compromiso de todo el personal, venimos impulsando desde marzo una serie de acciones que buscan situar a INIA en la agenda pública con propuestas en diálogo con el sector productivo, la academia, los políticos y la sociedad.

En ese marco presentamos los resultados de la evaluación de impacto de INIA y organizamos la visita del presidente, ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, legisladores y autoridades de gremiales a INIA La Estanzuela. Estamos desarrollando el proceso de planificación estratégica institucional con más de 400 personas externas a la institución y con cerca de 200 personas de INIA participando en los diversos talleres. Organizamos una visita de legisladores a INIA Las Brujas, se organizaron actividades en INIA Tacuarembó, INIA Salto Grande, INIA Treinta y Tres y en Montevideo en conjunto con Uruguay Innova. Visitamos la Cámara de Senadores, de Diputados y se solicitó nueva audiencia para octubre a la Comisión que discute el tema presupuesto. Hemos ofrecido entrevistas a todos los medios escritos, de TV y radio interesados en la situación de INIA. Las redes sociales de INIA han sido fuente de información de todas estas actividades y de los mensajes institucionales.

Las delegaciones institucionales al Parlamento se han configurado con autoridades de Junta Directiva con delegados del gobierno y las gremiales; referentes de diferentes áreas de INIA, de todo el país, con equidad de género e integrando a representantes de FEFUINIA y APUINIA. Consideramos que esta composición fortalece a la institución, al mensaje y la imagen que



brindamos a la sociedad y a la posición institucional en este proceso de negociaciones.

En paralelo, mantuvimos una comunicación permanente y transparente con todo el personal, informando de las conversaciones con las autoridades del Ministerio de Economía y Finanzas y aclarando la propuesta referida a INIA que tiene la nueva Ley presupuestal presentada al Parlamento.

El mensaje que hemos transmitido se focaliza en tres mensajes centrales:

1) El presupuesto designado a INIA es una inversión con retorno social comparable a los mejores institutos de investigación agropecuaria de la región y el mundo. En términos económicos, por dólar invertido retornan entre 1,18 a 1,25 dólares anualmente. Esto, sobre todo, basado en el aporte de INIA a la mejora de la competitividad de las cadenas y entramados vinculados al agro y a la bioeconomía. Se logra mediante cultivos, genética animal, bioinsumos, tecnologías de manejo, metodologías de coinnovación, aplicaciones informáticas, entre otras tecnologías concretas al servicio del sector productivo y las políticas públicas. También a través del desarrollo de capacidades y empleos de calidad en cinco regiones del país, en varias de las cuales el empleo en INIA es de las opciones laborales más atractivas para el desarrollo humano. Se logra creando tecnologías adaptadas a las condiciones de nuestro país que, a la vez, evitan la importación de soluciones extranjeras costosas, están mejor adaptadas a nuestras condiciones ambientales, de plagas y enfermedades que requieren menos uso e inversión en agroquímicos.

2) La investigación agropecuaria es de mediano y largo plazo, requiere de paciencia estratégica. Los estudios internacionales y de los casos de éxito de INIA demuestran que se debe invertir entre 10 y 15 años para formar equipos humanos, infraestructuras, investigaciones, obtención de resultados científicos robustos, generación de tecnologías, protección, comercialización, amplio uso e impacto. A su vez, la investigación agropecuaria requiere de estaciones experimentales y unidades con personal capacitado, equipamiento que hay que actualizar y de infraestructuras que requieren mantenimiento y ampliación. En diferentes regiones se realizan investigaciones con contexto específico, donde varían las condiciones de suelo, agua, luz, horas de frío, plagas, enfermedades, condiciones socioculturales, etc. que hay que considerar para tener resultados efectivos.

Las autoridades de INIA, con el compromiso de todo el personal, venimos impulsando una serie de acciones que buscan situar a INIA en la agenda pública con propuestas en diálogo con el sector productivo, la academia, los políticos y la sociedad.

El presupuesto designado a INIA es una inversión con retorno social comparable a los mejores institutos de investigación agropecuaria de la región y el mundo. En términos económicos, por dólar invertido retornan entre 1,18 a 1,25 dólares anualmente.

3) INIA es una institución de referencia en la región y el mundo, creada por consenso de todos los partidos políticos en 1989. Su modelo se basa en la cogobernanza del gobierno y los productores y una financiación que proviene del adicional del IMEBA y de Rentas Generales que, en su creación, se buscaba que fueran similares. Esto con el tiempo se ha modificado, fijándose un tope en 2016 a la parte de Rentas Generales, en ese momento de 600 millones de pesos uruguayos y hoy la Ley presupuestal presentada al Parlamento lo lleva a 800 millones de pesos. Buscamos que INIA aporte soluciones a sectores que aportan a través de IMEBA y a otros sectores que si bien no lo hacen, contribuyen a la producción de alimentos inocuos, saludables y a muchas fuentes de trabajo, especialmente en el interior del país.

Tener un instituto que tenga esta composición temática, con visión sistémica y en todo el país es una fortaleza que permite abordar los problemas del cambio climático, abordaje de cuencas, diseño de estrategias de control de plagas y enfermedades en animales y plantas con el enfoque de “una salud” y generación de sistemas resilientes. Además, aporta con evidencia científica y con sus investigadores al asesoramiento en la formulación de políticas públicas: ley y uso de manejo de aguas, normativa sobre efluentes, ley de ganadería sostenible, entre otros.

El proceso de negociación en el Parlamento continúa hasta noviembre y seguiremos participando activamente con las autoridades de INIA y con los equipos que podamos conformar en cada ocasión.

Estamos convencidos de que Uruguay tiene que desarrollar su economía para abordar los problemas y desafíos de competitividad, sociales y ambientales acorde con las demandas de la sociedad y de un Estado del bienestar del siglo XXI. Para ello, sembrar e invertir en ciencia y en INIA en particular, es fundamental para aprovechar las oportunidades y construir futuro para nuestro país.

# INIA DESIGNA NUEVOS DIRECTORES DE SISTEMAS

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

## Ing. Agr. MSc. Dr. ALEJANDRO GONZÁLEZ Director del Sistema Forestal

Alejandro es Ingeniero Agrónomo (forestal), Magister en Ciencias del Suelo (Udelar) y Doctor en Ciencias Agrarias (Udelar, Uruguay/USP-ESALQ, Brasil). Su trayectoria combina investigación científica aplicada vinculada al sector privado-productivo, así como relacionado a la docencia e investigación (Dpto. de Suelos y Aguas, FAGRO).

Su trabajo se ha focalizado, principalmente, en el desarrollo sostenible (ambiental y productivo) del sistema forestal de Uruguay en el mediano y largo plazo. En su trayectoria ha contribuido tanto a la generación de conocimiento (publicaciones en revistas científicas), como en el desarrollo y transferencia de nuevos paquetes tecnológicos en el sector forestal. Desde el 15 de julio, se desempeña como director del Sistema Forestal de INIA.



### FORMACIÓN ACADÉMICA

- Grado en Agronomía, Facultad de Agronomía, Udelar, Montevideo, Uruguay (1996).
- Master en Ciencias del Suelo, Udelar, Montevideo, Uruguay (2008).

- Doctor en Ciencia Agrarias, Udelar, Montevideo, Uruguay (2023). Premio de la Academia Nacional de Ingeniera del Uruguay (ANIU) a la mejor tesis de doctorado en Ciencias Agrarias (2024).

### EXPERIENCIA PROFESIONAL PREVIA

- Profesor, Facultad de Agronomía, Udelar (2000-actual).
- Investigador en UPM (2015-2025).
- Investigador en Montes del Plata (2000-2014).
- Investigador en Paso Alto (1997-1999).

## Ing. Agr. MSc. PhD ELLY NAVAJAS Directora del Sistema Ganadero Extensivo

Elly es investigadora en mejoramiento genético de bovinos y ovinos, en diferentes áreas desde cruzamientos a selección genómica. Su trabajo se ha enfocado en características de importancia económica y ambiental, como calidad de canal y carne, resistencia a enfermedades, eficiencia de conversión y emisiones de metano.

Ha liderado proyectos nacionales e internacionales en articulación con instituciones académicas y el sector productivo, impulsando la innovación y el desarrollo de herramientas para una ganadería más eficiente y sostenible.

Desde el 29 de julio se desempeña como directora del Sistema Ganadero Extensivo de INIA.



### FORMACIÓN ACADÉMICA

- Grado en Agronomía – Facultad de Agronomía, Udelar, Uruguay (1995).
- Master of Applied Science - First Class Honours in Animal Science (2000 - 2002), Massey University, Nueva Zelanda (2002).
- PhD en Genética y Mejoramiento Genético

Animal, University of Edinburgh, Reino Unido (2007).

### EXPERIENCIA PROFESIONAL PREVIA

- Investigadora Principal Referente, Sistema Ganadero Extensivo, INIA (desde 2024).
- Investigadora Principal, Unidad de Biotecnología, INIA (2011-2023).
- Profesora Agregada, Facultad de Veterinaria, Udelar (2010-2011).
- Investigadora, Scottish Agricultural College, Reino Unido (2002 – 2010).
- Asistente de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Udelar (1994 – 2007).

Vet. Mag. Dra.  
**SOFÍA STIRLING**  
Directora del Sistema  
Lechero

Sofía es Veterinaria, Magíster en Nutrición de Rumiantes y Doctora en Producción Animal por la Udelar. Su trayectoria combina investigación científica aplicada vinculada al sector productivo, asesoramiento técnico a productores y experiencia internacional en Europa y Nueva Zelanda.

Ha centrado su labor en el desarrollo sostenible de los sistemas lecheros de Uruguay, integrando enfoques productivos, económicos y ambientales mediante estudios a nivel experimental y modelación de sistemas. Su trabajo ha contribuido tanto a la generación de conocimiento, con publicaciones en revistas científicas de alto impacto, como al diseño de soluciones concretas para los desafíos del sector lechero. Desde el 1° de setiembre, se desempeña como directora del Sistema Lechero de INIA.



**FORMACIÓN  
ACADÉMICA**

- Grado en Veterinaria – Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España (2013).
- Magíster en Nutrición de Rumiantes – Facultad de Veterinaria, Udelar, Uruguay (2016).

- Doctora en Producción Animal – Facultad de Veterinaria, Udelar, Uruguay (2022).

**EXPERIENCIA PROFESIONAL PREVIA**

- Investigadora posdoctoral del Sistema Lechero de INIA (2023–2025).
- Investigadora asistente en AgResearch, Nueva Zelanda (2020–2022).
- Secretaria técnica del Proyecto FONTAGRO “Intensificación Sostenible de la Lechería” (2016–2022).
- Asesora técnica de empresas lecheras (2013–2025).



**iNo  
te pierdas  
nada!**

*novedades / actividades / revista  
en tu casilla*

Regístrate o actualizá  
tus datos

[www.inia.uy](http://www.inia.uy) 



Foto: INIA

# UN NUEVO ENFOQUE PARA LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN MAÍZ: modelo de recomendación OptiFert-N

Ing. Agr. Dr. Nicolás Maltese<sup>1</sup>, Ing. Agr. Nicolás Baráibar<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Dr. Sebastián R. Mazzilli<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD  
Fernando Lattanzi<sup>3</sup>, Ing. Agr. MSc. Ricardo Melchiori<sup>4</sup>,  
Ing. Agr. MSc. PhD Andrés G. Berger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sistema Agrícola-Ganadero

<sup>2</sup>Técnico Sectorial - INIA La Estanzuela

<sup>3</sup>Área de Pasturas y Forrajes

<sup>4</sup>INTA Paraná, Entre Ríos, Argentina

El manejo eficiente del nitrógeno en maíz constituye uno de los principales desafíos para reducir la brecha de rendimiento y mejorar la rentabilidad de los sistemas agrícolas de la región. La alta variabilidad climática, especialmente la disponibilidad hídrica, genera incertidumbre en la respuesta al fertilizante, dificultando la toma de decisiones sobre dosis y momento de aplicación. En este contexto, se desarrolló OptiFert-N maíz, un modelo innovador que permite ajustar de forma dinámica la fertilización. Esta herramienta permite estimar la demanda futura de nitrógeno, contribuyendo a un uso más eficiente del insumo, y a mitigar riesgos productivos y económicos.

## CONTEXTO ACTUAL

En Uruguay, el área de siembra de maíz (*Zea mays* L.) viene aumentando de forma sostenida desde 2017 a razón de 28.000 ha/año (DIEA-MGAP, 2024). Este crecimiento se asocia a buenos resultados productivos y económicos producto de varias causas: i) alta plasticidad de uso (exportación de grano, uso como forraje en sistemas lecheros y ganaderos), ii) relativa facilidad de inserción en la rotación de cultivos

permitiendo fechas tempranas (setiembre-octubre) o tardías (diciembre-enero), iii) eventos biotecnológicos de protección contra herbicidas e insectos, iv) alta adaptabilidad del paquete tecnológico (genética, fecha y densidad de siembra, dosis y momento de fertilización) a ambientes de contrastante disponibilidad hídrica. En forma concurrente con el incremento en el área de siembra de maíz, el rendimiento medio ha crecido a una tasa de ca. 139 kg/ha/año en el periodo 2000 - 2021 (FAOSTAT, 2023).

No obstante, el rendimiento medio nacional aún no supera los 5.000 kg/ha, valores que determinan una brecha del 37% respecto del potencial limitado por agua (GYGA, 2024). Uno de los factores subyacentes a esta brecha es el manejo de nutrientes, principalmente el momento y la dosis de fertilización con nitrógeno (N).

La principal fuente de incertidumbre en la respuesta esperada al agregado de N, y por ende de variabilidad en su resultado económico, es la alta variabilidad interanual asociada principalmente a la ocurrencia generalizada y de magnitud variable del estrés hídrico, y en menor medida a eventos puntuales de estrés térmico en etapas críticas del ciclo de cultivo. Este artículo propone un modelo de toma de decisión de momento y dosis de N que, al contemplar esta variabilidad, permite mitigar parcialmente la incertidumbre y así manejar el riesgo.

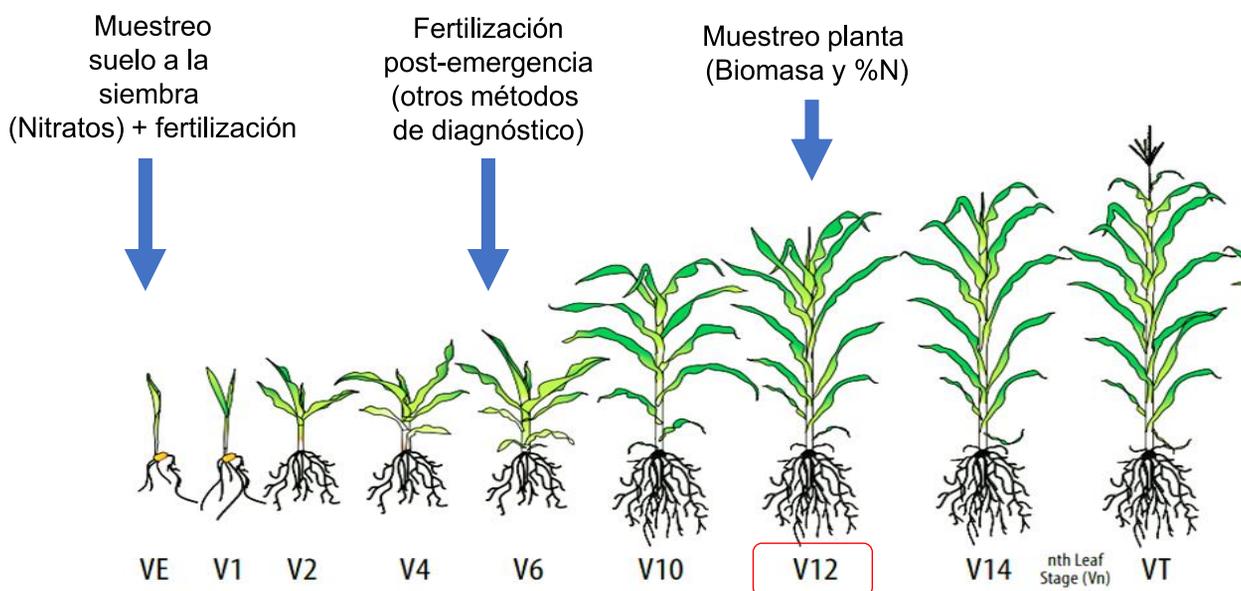
### IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN MAÍZ

El déficit de N es una de las principales causas que limitan el rendimiento del cultivo de maíz debido a que la demanda de N está fuertemente determinada por la acumulación de biomasa y grano (Uhart y Echeverría, 2000). La dosis de N necesaria para alcanzar el máximo rendimiento en secano presenta una alta incertidumbre porque, tanto el rendimiento del cultivo como el aporte por mineralización de N desde la materia orgánica del suelo, están generalmente asociados a la variabilidad

de las lluvias, cuyo efecto sobre el nivel de humedad del suelo es exacerbado por la relativamente escasa capacidad de almacenaje de agua de los suelos en la región.

Actualmente, se dispone de modelos locales de recomendación (e.g. Perdomo & Cardellino, 2006; Armand Ugón & Ferrari, 2018) o de balance de nutrientes (Lattanzi, 2022) para el ajuste de la fertilización nitrogenada en maíz. Estas herramientas determinan la dosis recomendada de fertilización en base a un rendimiento objetivo y a presupuestar la oferta de N en función de, por un lado, medidas de disponibilidad en suelo durante etapas tempranas (siembra, seis hojas desarrolladas; V6), y por otro lado, al rendimiento esperado de un cultivo no fertilizado. Sin embargo, aún no se cuenta con una herramienta que permita corregir en forma dinámica el estado nutricional del cultivo, de manera de ir capturando adecuadamente los efectos de variaciones en la demanda y oferta de N a lo largo de su ciclo.

El modelo OptiFert-N maíz apunta a cubrir esa brecha de conocimiento complementando el diagnóstico basado en análisis de nitratos en suelo en siembra y V6 con información de biomasa y concentración de N cuando el cultivo en activo presenta 12 hojas desarrolladas (V12), OptiFert-N maíz estima la dosis de N necesaria para satisfacer la demanda nitrogenada (Figura 1).



**Figura 1** - Escala fenológica de maíz, adaptada de Ciampitti *et al.* (2016). Secuencia temporal de fertilización nitrogenada y ventana de aplicación del modelo OptiFert-N.



La dosis de N sugerida por OptiFert-N deriva de un balance dinámico que considera (i) el N disponible en el suelo previo a la re-fertilización (N suelo a la siembra + N fertilizante previo + N mineralizado previo), (ii) el N acumulado en el cultivo actual, y estimaciones de (iii) la demanda futura de N, y (iv) del aporte futuro por mineralización de N de la materia orgánica del suelo.

OptiFert-N maíz

Acceda **AQUÍ**

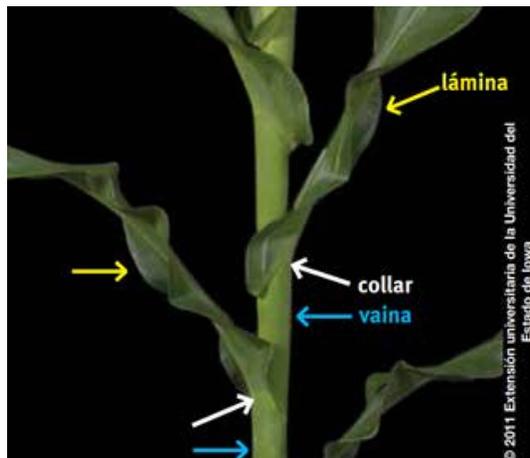
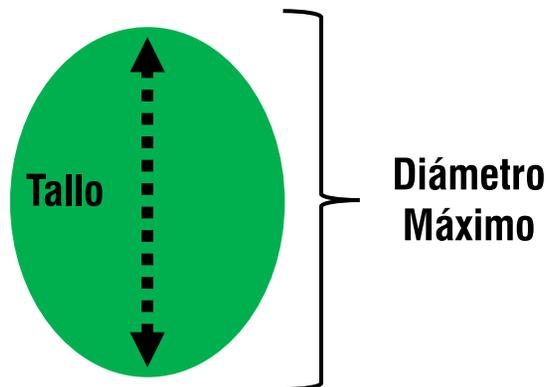
### ¿CÓMO DETERMINAR LA BIOMASA DE MAÍZ EN V11-V12 CON HERRAMIENTAS NO DESTRUCTIVAS?

Una limitante que surge al momento de generar la recomendación con OptiFert-N es la determinación de biomasa en V12. En este momento las plantas de maíz presentan un tamaño considerable que dificulta muestreos destructivos (corte, secado, pesado). Como alternativa, existen métodos alométricos NO

destructivos para la determinación de la biomasa (Vega et al., 2001). La alometría estudia la relación de tamaños entre diferentes partes de un organismo, incluyendo el organismo completo. OptiFert-N incorpora un modelo alométrico que permite estimar la biomasa en V12 mediante dos medidas morfométricas sencillas. En 15 plantas consecutivas, en un surco representativo, se miden (i) el diámetro máximo en base de tallo y (ii) la altura hasta el último collar visible (Figura 3).

Pasos a seguir:

- 1) Medir distanciamiento entre surcos.
- 2) Seleccionar 15 plantas consecutivas en un surco representativo.
- 3) Medir largo entre la primera y última planta del Paso 2.
- 4) Con un calibre (preferiblemente digital), sobre cada planta medir: diámetro máximo en base de tallo (mm), altura al último collar visible (cm).
- 5) Ingresar valores en OptiFert-N. El modelo devolverá el valor de biomasa acumulada por unidad de área y la densidad de plantas lograda.



**Figura 3** - Mediciones morfométricas de diámetro máximo en base de tallo y altura al último collar visible para la estimación de biomasa a V12 mediante modelos alométricos NO destructivos.

Foto inferior derecha: autoría de Ritchie, S. W., J. J. Hanway, and G. O Benson. 1996. How a Corn Plant Develops. Iowa State University Cooperative Extension Special Report No. 48. Ames, IA.

De esta forma, OptiFert-N maíz se presenta como una herramienta innovadora que integra un diagnóstico actual y predicción de la demanda futura de N para ajustar la fertilización en tiempo real, contribuyendo a cerrar brechas de rendimiento mediante mejores decisiones para el manejo de N en agroecosistemas de la región.

## REFERENCIAS

Armand Ugon Ituño, M. D. P., & Ferrari Dolz, G. A. (2018). Respuesta a la fertilización nitrogenada en maíz bajo riego. Udelar. FA.

Berger, A.; Baraibar, N.; Maltese, N.; Lattanzi, F.; Núñez, A.; Rubio, V.; Mazzilli, S. Optifert-N: Nueva herramienta para optimizar la fertilización nitrogenada en trigo. Cultivos. Revista INIA Uruguay, Junio 2024, no.77, p.42-46. (Revista INIA; 77).

Ciampitti, I. A., Fernández, J., Tamagno, S., Zhao, B., Lemaire, G., & Makowski, D. (2021). Does the critical N dilution curve for maize crop vary across genotype x environment x management scenarios? - a Bayesian analysis. European Journal of Agronomy, 123, 126202.

DIEA-MGAP. (2024). Resultados de la encuesta agrícola. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/tematica/diea>

FAOSTAT. (2023). Food and agriculture data. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

GYGA. (2024). Global Yield Gap Atlas. Disponible en: <https://www.yieldgap.org/gygaviewer/index.html>

Greenwood, D. J., Gastal, F., Lemaire, G., Draycott, A., Millard, P., & Neeteson, J. J. (1991). Growth rate and %N of field grown crops: theory and experiments. Annals of Botany, 67(2), 181-190.

OptiFert-N incorpora un modelo alométrico que permite estimar la biomasa en V11-V12 mediante dos medidas morfométricas sencillas (diámetro en base de tallo y altura al último collar visible).

Lemaire, G., Jeuffroy, M. H., & Gastal, F. (2008). Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. European Journal of agronomy, 28(4), 614-624.

Perdomo, C., & Cardellino, G. (2006). Respuesta de maíz a fertilizaciones definidas con diferentes criterios de recomendación. agrociencia, 10(1), 63-79.

Plénet, D., & Lemaire, G. (1999). Relationships between dynamics of nitrogen uptake and dry matter accumulation in maize crops. Determination of critical N concentration. Plant and soil, 216, 65-82.

Uhart, S., & Echeverría, H. (2000). El rol del nitrógeno y del fósforo en la producción de maíz. Diagnóstico de la fertilización nitrogenada y fosforada. Buenos Aires, Argentina.

Vega, C. R., Andrade, F. H., Sadras, V. O., Uhart, S. A., & Valentinuz, O. R. (2001). Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower, and maize. Crop Science, 41(3), 748-754.



Ensayo de respuesta a nitrógeno en maíz en la etapa de siete hojas desarrolladas (V7). Colonia, Uruguay.



Foto Sergio Ceretta

Bloque de Cruzas PMGS, 2025.

# NUEVA VARIEDAD DE SOJA-INIA: GÉNESIS 6401, ciclo largo de alto potencial de rendimiento

Ing. Agr. MSc. Sergio Ceretta<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. MSc. Jhon Larzabal<sup>1</sup>, Téc. Agr. Mauricio Sastre<sup>1</sup>,  
Téc. Agr. Mauro Montaña<sup>1</sup>, Asist. Inv. Beatriz Castro<sup>4</sup>,  
Ing. Agr. MSc. Carlos Rossi<sup>2</sup>, Ing. Agr. MSc. Ana Faber<sup>2</sup>,  
Lic. Biol. PhD. Silvina Stewart<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Mejoramiento Genético de Soja (PMGS);  
Sistema Agrícola-Ganadero, Área de Mejoramiento  
Genético y Biotecnología Vegetal

<sup>2</sup>Unidad de Semillas

<sup>3</sup>Fitopatología, Sistema Agrícola Ganadero

<sup>4</sup>Información y Procesamiento de Datos

En este artículo se presentan las principales características y atributos del nuevo material desarrollado por el Programa de Mejoramiento Genético de Soja. La variedad se destaca por su desempeño productivo en diferentes ambientes, así como por su excelente uniformidad de secado y ciclo sensiblemente más corto en comparación con Genesis 6501, lo que permite mejorar la oportunidad y condiciones de cosecha.

El Programa de Mejoramiento Genético de Soja (PMGS) ha liberado una nueva variedad de soja para su desarrollo comercial (Cuadro 1).

GÉNESIS 6401 es una variedad de soja de grupo de madurez 6.4, resistente al herbicida glifosato, de muy alto potencial de rendimiento y hábito de crecimiento indeterminado.

Presenta buen comportamiento sanitario para cancro de tallo y es resistente a fitóftora.

Considerando la información disponible a través de la Red de Ensayos Elite del PMGS-INIA para las últimas tres zafras, es posible caracterizar el comportamiento de la variedad en un rango muy amplio de ambientes de crecimiento (15 ensayos en total).

**Cuadro 1** - Información básica.

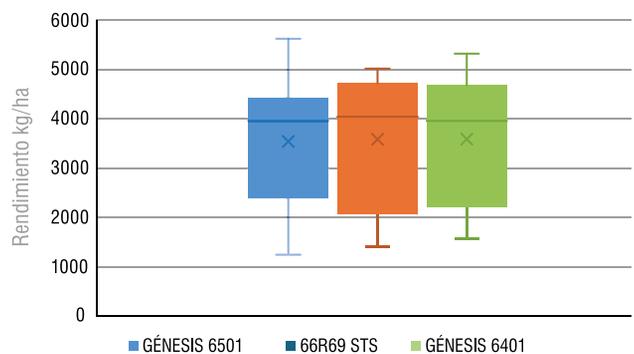
Nombre Comercial	Año de Liberación	Grupo de Madurez	Licenciario	Denominación Experimental <sup>1</sup>
GÉNESIS 6401	2024	6.4	GRUPO GÉNESIS	SJ15188

<sup>1</sup>Con esta denominación figura en la Red de Evaluación Oficial de INASE.

Estos ambientes de crecimiento abarcan diferentes años, fechas de siembra (noviembre y diciembre) y localidades (INIA La Estanzuela-Colonia, Young-Río Negro).

En la Figura 1 se resume el rendimiento observado para GÉNESIS 6401 en comparación con dos variedades testigo utilizando para ello el diagrama de cajas. Dentro de las cajas se ubica el 50 % de los rendimientos observados, la X representa la media de rendimiento

y las líneas fuera de la caja indican donde se ubicó el 25 % superior y el 25 % inferior de los rendimientos. GÉNESIS 6401 presenta un rendimiento competitivo con ambos cultivares testigo, tanto en promedio como en potencial de rendimiento.



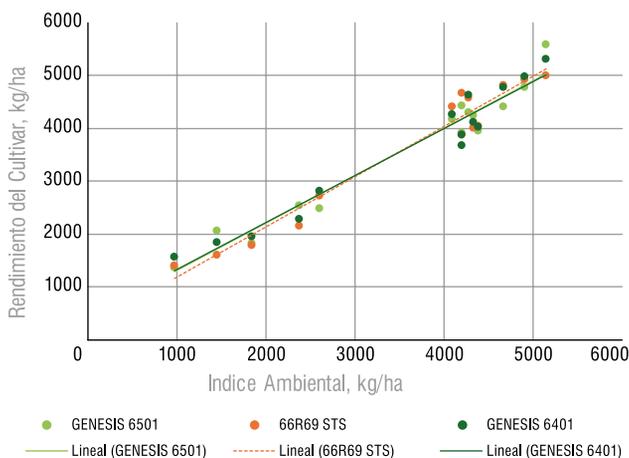
**Figura 1** - Diagrama de cajas para el rendimiento en grano para la variedad de Soja GÉNESIS 6401 y dos variedades testigo. Comprende los Ensayos de la Red de Evaluación Comparativa de Rendimiento del PMGS para los últimos tres años (cosechas 2025, 2024 y 2023; Total=15 ambientes de crecimiento).



Foto: Elena Loaces

Génesis 6401, semillero de la empresa URF en el departamento de Flores.

Alto potencial de rendimiento y excelente adaptación a amplio rango de ambientes. Ideal para siembras tempranas de fines de octubre a mediados de noviembre.



**Figura 2** - Análisis de estabilidad del rendimiento para la variedad GÉNESIS 6401 en comparación con dos variedades testigo. Últimos tres años de información de la Red de Ensayos de Evaluación Comparativa de Rendimiento del PMGS-INIA.

En la Figura 2, se presenta el análisis de estabilidad de los rendimientos. En el eje horizontal se grafica el índice ambiental (expresado como rendimiento de grano promedio de cada ensayo) y en el eje vertical el rendimiento particular de cada variedad. Se observa



Foto: Elena Loaces

Génesis 6401, semillero de la empresa URF en el departamento de Flores.

que GÉNESIS 6401 (línea entera verde) tuvo un excelente desempeño en todo el rango de ambientes que abarcó, desde ambientes muy restrictivos donde en promedio no se alcanzaron los 2000 kg/ha a ambientes de excelente calidad productiva, que permitieron en promedio superar los 5000 kg/ha. En resumen, GÉNESIS 6401 es una variedad de alto rendimiento y alta estabilidad en diferentes ambientes de producción.

Si bien es un material de amplia adaptación y excelente desempeño en todo el rango de años, fechas de siembra y localidades estudiado, en función de su grupo de madurez es un material muy interesante para



Foto: Elena Loaces

Génesis 6401, semillero de la empresa URF en el departamento de Flores.

Excelente tipo de planta.  
Buen comportamiento frente a cancro de tallo y resistente a fitóftora.

utilizar en siembras tempranas de fines de octubre-inicio de noviembre. En estas condiciones se establece el inicio de la fase reproductiva hacia fines de enero haciendo que el periodo crítico escape al momento de mayor probabilidad de enfrentar déficit hídrico y por lo tanto logrando excelentes resultados.

GÉNESIS 6401 fue evaluada en la Red Oficial de Evaluación de Cultivares-INASE durante las zafras 2020/2021 y 2021/2022; en el análisis conjunto bianual se posicionó en segundo lugar en el ranking de rendimiento. Su rendimiento relativo fue de 105 % respecto a la media, que para esa serie de datos fue 4089 kg/ha. (Castro *et al.*, 2022).

La variedad presenta una excelente uniformidad de secado y ciclo sensiblemente más corto en comparación con Génensis 6501, lo que permite mejorar la oportunidad y condiciones de cosecha.

GÉNESIS 6401 ha sido licenciada y está siendo desarrollada a nivel comercial por Semillas Génesis (<https://semillasgenesis.com.uy>).

#### BIBLIOGRAFÍA

Castro, M.; Olivieri, V.; Cuitiño, M.J.; Manasliski, S.; Morales, M.X.; Cardozo, V.; Vázquez, D.; Stewart, S.; Bayce, D. 2022. Soja (Glycine max): Cultivares evaluados en Uruguay durante 2021. En: Resultados Experimentales de la Evaluación Nacional de Cultivares de Soja, período 2021. Montevideo: INASE; 2021. pág. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17929/1/inase-inia-Evaluacion-CV-PubSojaPeriodo2021.pdf>

GÉNESIS 6401	
Grupo de madurez	6.4
Hábito de Crecimiento	Indeterminado
Altura (cm)	103
Días desde emergencia a floración (R1)	65
Días desde emergencia a madurez (R7)	141
Rendimiento por zona (promedio de % de la media del ensayo)	
Sur (La Estanzuela)	109
Norte (Young)	99
Rendimiento por fecha de siembra (promedio de % de la media del ensayo)	
Noviembre	111
Diciembre	95
Sanidad	Buen comportamiento a cancro de tallo causado por <i>Diaporthe caulivora</i>
	Resistente a raza más frecuente de <i>Phytophthora sojae</i>



Génesis 6401. Cultivo sembrado el 10 de diciembre de 2024 en INIA Treinta y Tres-Unidad Experimental Palo a Pique.



Foto: Alejandro García

# PREEMERGENTES, ROTACIÓN Y COMBINACIÓN DE HERBICIDAS: claves para un manejo eficaz de malezas en maíz

Ing. Agr. PhD M. Alejandro García, Ing. Agr. PhD Tiago Kaspary, Téc. Agrop. Mauricio Cabrera, Aux. Inv. Raquel García, Aux. Inv. Felipe Carrasco, Téc. Agrop. Sebastián Díaz

Sistema Agrícola-Ganadero y Área de Pasturas y Forrajes

Diez días. Ese es todo el tiempo que necesitan las malezas para empezar a reducir el rendimiento potencial del maíz en chacras con alta presión de enmalezamiento. Ensayos de INIA demuestran que, frente a especies problemáticas como el capín (*Echinochloa* spp.), la integración de herbicidas preemergentes —complementados, cuando es necesario, con aplicaciones postemergentes— y la rotación de modos de acción, son prácticas esenciales para sostener la productividad y retrasar la resistencia. Además, el flujo de emergencia del capín varía según la fecha de siembra, lo que obliga a ajustar la estrategia de control a cada escenario.

## INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo clave en los sistemas agrícolas de Uruguay, tanto por su aporte a la productividad como por su papel en la rotación de cultivos. Sin embargo, su rendimiento puede verse seriamente afectado por la

competencia de malezas desde las primeras semanas de implantación. Entre las gramíneas anuales, el capín (*Echinochloa* spp.) se destaca por su elevada capacidad de germinación, rápido crecimiento y alta producción de semillas, lo que le permite establecerse con rapidez y competir fuertemente con el cultivo.

Ensayos de INIA muestran que, según la situación, la falta de controles tempranos efectivos puede provocar pérdidas de rendimiento de entre 13 % y 50 %.

Una de las herramientas más efectivas para asegurar un control temprano del capín y otras malezas es el uso de herbicidas preemergentes, aplicados antes o inmediatamente después de la siembra y generalmente siempre antes de que germinen las malezas. Una vez incorporados al suelo —generalmente por lluvias posteriores a la aplicación— estos productos impiden o limitan la emergencia de las plántulas, reduciendo la competencia en las etapas más críticas para el maíz. Ensayos de INIA han demostrado que, en situaciones con alta presión de capín, los preemergentes permiten mantener el cultivo libre de competencia durante las primeras semanas, lo que se traduce en una mejor conservación del rendimiento potencial y en una menor necesidad de intervenciones posteriores.

El uso exclusivo de herbicidas, y en particular la repetición de los mismos productos o modos de acción año tras año, ejerce una fuerte presión de selección sobre las poblaciones de malezas. Esto favorece la aparición de biotipos resistentes, un problema ya confirmado en varias especies en Uruguay, incluyendo gramíneas anuales. En el caso del capín (*Echinochloa* spp.), datos de nuestro grupo de investigación confirman la presencia en el país de biotipos resistentes a glifosato (Kaspary *et al.*, datos no publicados). Para reducir este riesgo, es fundamental alternar, rotar y combinar diferentes modos de acción, integrando herbicidas preemergentes y postemergentes, de modo de prolongar la vida útil de las herramientas disponibles y sostener su eficacia a largo plazo.

### ENSAYOS DE LAS ÚLTIMAS CAMPAÑAS FOCALIZADOS EN EL CONTROL DE CAPÍN

Con el objetivo de evaluar la competencia del capín con el maíz y la eficacia de diferentes métodos químicos para su control, se realizaron ensayos en INIA La Estanzuela durante las últimas tres temporadas

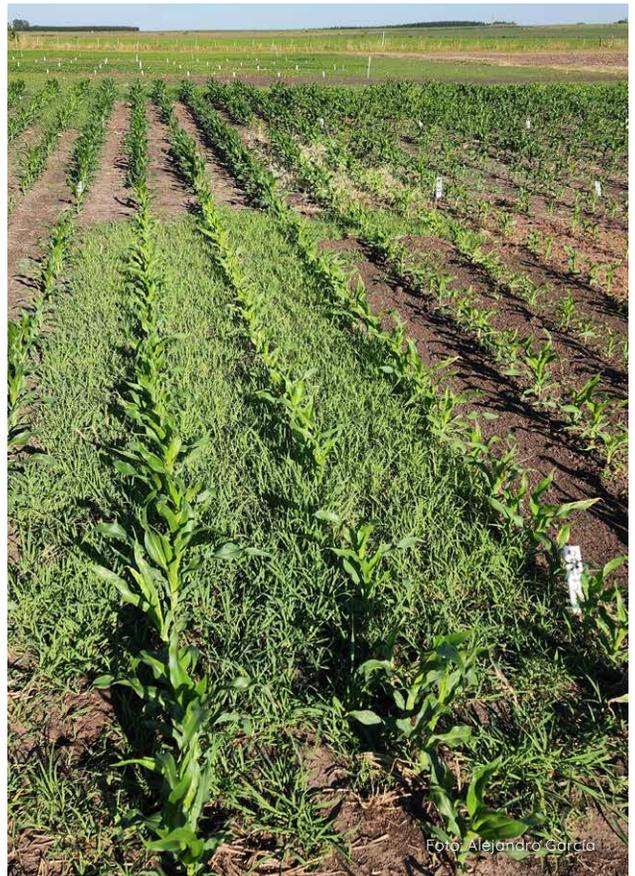


Foto: Alejandro García

agrícolas. Los ensayos de 2022/2023 y 2023/2024 se sembraron en fechas tardías (15/12/2022 y 23/12/2023, respectivamente), mientras que el de la temporada 2024/2025 se sembró el 22/11/2024. Todos los experimentos se llevaron a cabo en distintas zonas de una misma chacra con una infestación alta y generalizada de capín, principalmente *Echinochloa colona*. En este contexto, la interferencia de la maleza resultó mucho más intensa en el ensayo sembrado en noviembre (Cuadro 1).

**Cuadro 1** - Rendimiento en grano del maíz (14 % H), biomasa de capín a la cosecha y grados-días de crecimiento (GDD, °C·d) acumulados desde el 1° de setiembre hasta la fecha de siembra en ensayos realizados en INIA La Estanzuela durante las campañas 2022/2023, 2023/2024 y 2024/2025.

Ensayo	Rendimiento en grano del testigo enmalezado (kg/ha 14% H)	Biomasa de capín a la cosecha del cultivo (kg/ha MS)	Rendimiento en grano del testigo sin malezas (kg/ha 14% H)	GDD acumulados a la siembra (°C·d)
2022/2023*	3950	1068	5500	800
2023/2024	7751	726	9813	790
2024/2025	1780	4850	9850	610

\*En la campaña 2022/2023 se realizaron dos riegos para disminuir el severo déficit hídrico estival.

‡La temperatura base utilizada para calcular GDD en *Echinochloa colona* fue de 10 °C.

Aunque el manejo del suelo fue diferente entre los ensayos de 2022/2023 - 2023/2024 y el de 2024/2025, los resultados de la interferencia de capín coinciden con lo esperado según la biología de la especie y con lo reportado en estudios regionales (Picapietra & Acciaresi, 2021; Rampoldi *et al.*, 2016).

El modelo desarrollado por Picapietra *et al.* (2021) indica que aproximadamente el 70 % de las plantulas de *E. colona* emergen entre los 200 y 800 grados-días acumulados desde fines de agosto, con flujos mucho menores después de ese período. De manera consistente, Rampoldi *et al.* (2016) observaron en Entre Ríos (Argentina), que cerca del 80 % de las emergencias de *Echinochloa* spp. se concentran en la primera quincena de noviembre.

En nuestros ensayos, durante las campañas 2022/2023 y 2023/2024 (siembras tardías), la mayoría de las semillas viables de capín ya había germinado y había sido controlada antes de la siembra del maíz. Esto resultó en una menor presión de la maleza durante el ciclo. En contraste, en la campaña 2024/2025 el cultivo se sembró en pleno flujo de emergencia del capín, lo que provocó una fuerte interferencia y una biomasa final mucho más elevada (Cuadro 1, Figura 1).

En las campañas con siembras tardías, la aplicación de herbicidas preemergentes fue suficiente para evitar la interferencia temprana y mantener el cultivo libre de malezas durante todo el ciclo. En cambio, en la campaña 2024/2025, los tratamientos basados únicamente en preemergentes lograron evitar la competencia inicial e incluso, en algunos casos, alcanzaron los mayores rendimientos. Sin embargo, solo aquellos que se complementaron con una aplicación postemergente mantuvieron el cultivo totalmente limpio hasta la cosecha.



**Figura 1** - Comparación visual entre el testigo enmalezado (sin control de malezas) y el testigo desmalezado en ensayos de maíz realizados en INIA La Estanzuela durante las temporadas 2022/2023 (a), 2023/2024 (b) y 2024/2025 (c). Híbrido utilizado: P2021 PWUE.

El control temprano es fundamental para proteger el rendimiento del maíz, la falta de controles oportunos generó pérdidas de entre 13 % y 50 %.

**Cuadro 2** - Estrategias herbicidas exitosas para el manejo de capín en maíz en ensayos realizados en INIA La Estanzuela durante las campañas 2022/2023, 2023/2024 y 2024/2025. Se incluyen únicamente las combinaciones que lograron rendimientos estadísticamente equivalentes al máximo de cada ensayo, con controles superiores al 90 % y no más de dos aplicaciones.

Ensayo	Pre-siembra <sup>1</sup> y Preemergentes	Dosis (g i.a./ha)	Postemergentes <sup>2</sup>	Dosis (g i.a./ha)	Estado de desarrollo del capín en la aplicación postemergente
2022/2023	Biciclopirona + S-metolaclor	200 + 1536			
2022/2023	Piroxasulfone + Flumioxazin + Simazina	153 + 58 + 2250			
2023/2024	Biciclopirona + S-metolaclor	200 + 1536			
2023/2024	Biciclopirona + S-metolaclor	200 + 1536	Glifosato + Haloxifop	1824 + 140	3 - 4 macollos
2024/2025	Piroxasulfone	170			
2024/2025	Piroxasulfone + S-metolaclor	170 + 1440			
2024/2025	S-metolaclor	1152	Mesotrione + Simazina	168 + 1064	4 hojas - 1 macollo
2024/2025	Piroxasulfone + Flumioxazin	173 + 75			
2024/2025	Piroxasulfone + Flumioxazin	173 + 75	Nicosulfuron	53	4 hojas - 1 macollo
2024/2025	S-metolaclor	1152	Topramezone + Dicamba	40 + 128	4 hojas - 1 macollo
2024/2025	Resicore XL <sup>3</sup>	4 L			
2024/2025	Resicore XL <sup>3</sup>	4 L	Glifosato + Haloxifop	1824 + 140	3 - 4 macollos
2024/2025	Piroxazulfone + Rolter <sup>3</sup>	170 + 2,25 L			

<sup>1</sup>Consultar siempre la etiqueta del producto para verificar los períodos de espera entre aplicación y siembra. <sup>2</sup>Verificar la tolerancia del genotipo de maíz a los herbicidas utilizados. <sup>3</sup>Herbicidas aún en proceso de registro; se incluyen las dosis testeadas del producto formulado en L/ha. • Los productos formulados utilizados en los ensayos incluyeron: ACURON UNO (Bicyclopyrone), S-MASPOR (S-metolaclor), BRAVO (Piroxasulfone), Zupremo 500 SC (Piroxasulfone + Flumioxazin), NICURON 70 WG (Nicosulfuron), PANZER GOLD (Glifosato sal dimetilamina) y VERDICT MAX (Haloxifop).

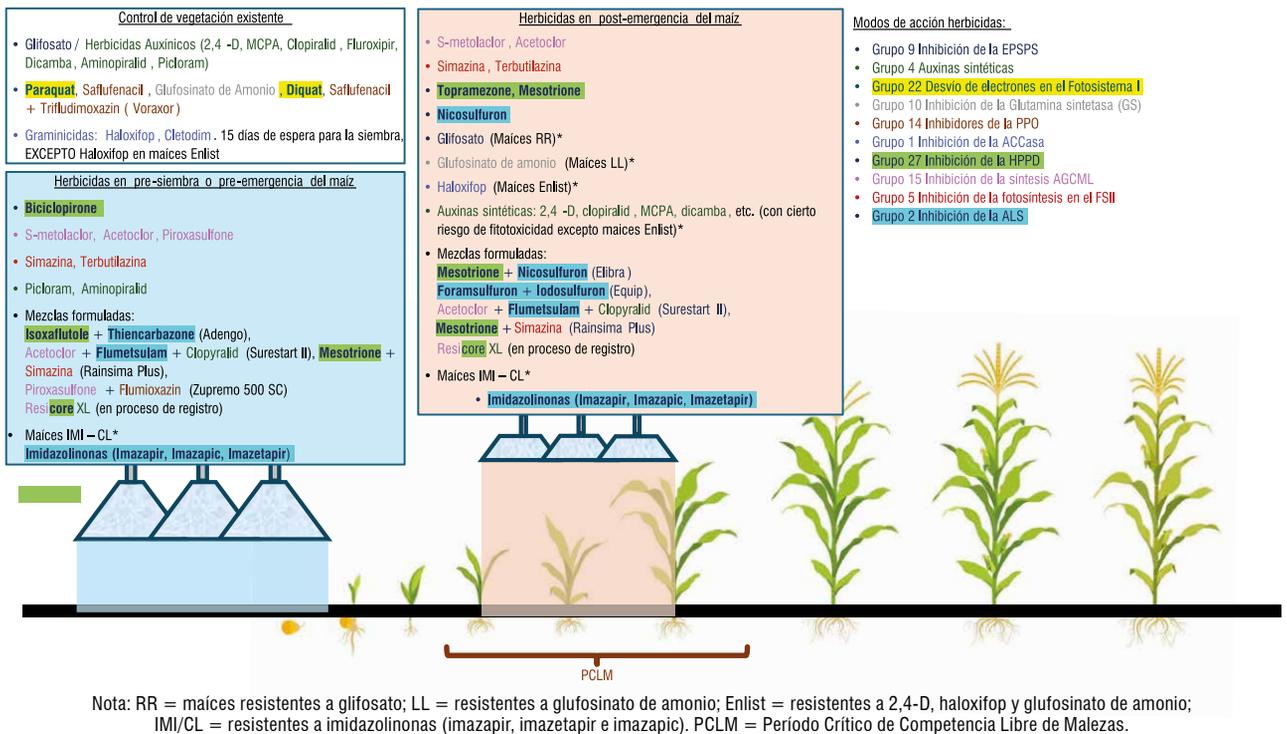
## HERBICIDAS ENSAYADOS

En el Cuadro 2 se resumen las estrategias herbicidas más exitosas para el control de capín evaluadas durante las tres últimas campañas en INIA La Estanzuela. Aunque la infestación de capín en la chacra es alta y homogénea, se trata de una población que no ha presentado resistencia a los herbicidas utilizados. Las estrategias incluidas en el cuadro cumplen con tres criterios: (i) rendimiento en grano estadísticamente similar al máximo alcanzado en cada ensayo, (ii) control de capín superior al 90 %, y (iii) no más de dos aplicaciones en total.

Según el nivel de infestación, la presencia de otras especies problemáticas o la ocurrencia de poblaciones resistentes a alguno de los herbicidas utilizados, puede ser necesario recurrir a esquemas más intensivos

para proteger el rendimiento del cultivo. Entre ellos se destacan el doble golpe —que puede aplicarse previo a la siembra o dentro del cultivo— y el solapamiento de herbicidas residuales (*overlapping*). El “doble golpe” consiste en aplicar un herbicida sistémico (por ejemplo, glifosato) seguido de una segunda aplicación entre 6 y 15 días después, generalmente con un herbicida desecante como glufosinato de amonio.

La rotación y combinación de modos de acción reduce el riesgo de resistencia y prolonga la eficacia de los herbicidas disponibles en Uruguay.



**Figura 2** - Herbicidas registrados en Uruguay para el manejo de malezas en maíz, organizados según momento de aplicación y codificados por color de acuerdo con su mecanismo de acción (HRAC).



Por su parte, el solapamiento de herbicidas residuales implica realizar aplicaciones secuenciales de productos con actividad de suelo, de modo que la persistencia de uno (por ejemplo, imazetapir) se superponga temporalmente con la del siguiente (por ejemplo, S-metolaclor). Ambas estrategias prolongan el período libre de malezas objetivo y reducen el riesgo de selección de resistencia.

En la Figura 2 se resumen los herbicidas registrados en el país y utilizados en ensayos de INIA. También existe registro para los siguientes herbicidas que no fueron incluidos en la figura: Trifluralina, Diuron, Ametrina, Oxifluorfen, Amicarbazone y Bentazon.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de las empresas Cibeles, FMC, Proquimur, Rainbow Agro y Rutilan–Corteva que colaboraron en el cofinanciamiento de los ensayos presentados en este artículo.

### BIBLIOGRAFÍA

Picapietra, G.; Acciaresi, H. A. (2021). Junglerice (*Echinochloa colona* L.) seedling emergence model as a tool to optimize pre-emergent herbicide application. *Italian Journal of Agronomy*, 16(4), 1845.

Picapietra, G.; González-Andújar, J. L.; Acciaresi, H. A. (2021). Predicting junglerice (*Echinochloa colona* L.) emergence as a function of thermal time in the humid pampas of Argentina. *International Journal of Pest Management*, 67(4), 328–337.

Rampoldi, A.; Metzler, M.; Re, A.; Urretabizkaya, N. (2016). Emergencia de *Echinochloa* spp. en el centro-este de Entre Ríos. Serie de extensión INTA Paraná. ISSN 0325-8874



Foto: Nicolás Zunini

# PRIMERA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA AMBIENTAL CITRÍCOLA DEL URUGUAY: evidencias para agregar valor a un alimento nacional

Dra. María Inés Cabot<sup>1</sup>,  
Dra. Neus Sanjuán<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Marta Bentancur<sup>1</sup>,  
Dra. Joanna Lado<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unión de Productores y Exportadores de Frutas de Uruguay (UPEFRUY)  
<sup>2</sup>Universitat Politècnica de València (UPV)  
<sup>3</sup>INIA Salto Grande, Sistema Vegetal Intensivo y Agroalimentos

Por primera vez, Uruguay cuantificó el impacto ambiental de su citricultura, desde la producción en campo hasta el proceso de empaque final. Esta evaluación técnica, aporta datos concretos y herramientas prácticas para mejorar el desempeño ambiental del sector y fortalecer su posicionamiento en mercados cada vez más exigentes.

## INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos modifica el ambiente, como muchas otras actividades humanas. Te has preguntado alguna vez: ¿Qué impacto ambiental generamos cuando producimos alimentos en Uruguay? ¿Cómo lo estamos haciendo en comparación con el mundo? ¿Qué procesos clave generan mayores emisiones o consumo de recursos? Hasta hace poco no existía evidencia científica ni técnica para responder estas

preguntas clave para los frutos cítricos producidos en Uruguay.

Estudios previos del equipo de trabajo en casos nacionales de limón (Cabot *et al.*, 2023a), mandarina (Cabot *et al.*, 2023b), naranja (Cabot *et al.*, 2025), y vivero (Cabot *et al.*, 2024) sugerían la relevancia de algunos procesos clave durante la etapa de producción en el impacto ambiental y un impacto menor de la etapa de producción de plantas.

A partir de un trabajo conjunto entre UPEFRUY, a través de sus empresas cítricas socias, instituciones públicas y referentes técnicos se realizó, en el marco del proyecto FPTA 386, la primera evaluación ambiental del sector cítrico uruguayo utilizando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Esta metodología permite cuantificar y comparar impactos ambientales a lo largo de todo el sistema productivo, identificando puntos críticos y oportunidades de mejora.

Esta información es clave y necesaria para diferenciar nuestros alimentos por la forma en que los producimos en Uruguay, un aspecto a destacar cuando competimos en mercados internacionales.

## ¿POR QUÉ MEDIR EL IMPACTO AMBIENTAL?

Medir ya no es opcional, es necesario. Hoy, los mercados internacionales y los consumidores valoran cada vez más la sostenibilidad de los productos agroalimentarios. Contar con datos confiables permite tomar mejores decisiones, anticipar exigencias futuras y respaldar con evidencia los avances tecnológicos que minimicen estos impactos, manteniendo altos rendimientos y calidad de fruta.

## ¿CÓMO SE HIZO EL ESTUDIO?

La evaluación se desarrolló entre 2023 y 2025 e integró información de 376 cuadros cítricos (naranja, mandarina y limón), seleccionados mediante un muestreo estratificado con representatividad territorial, productiva y por especie. Participaron seis empresas cítricas exportadoras que forman parte de UPEFRUY, aportando datos detallados sobre manejo agronómico, consumo de insumos, rendimientos y procesos postcosecha.



Bin con fruta cítrica recién cosechada en Uruguay.

## ¿QUÉ PROCESOS SE EVALUARON?

El análisis ambiental contempló todas las etapas del sistema cítrico, desde la fabricación de los insumos de campo hasta el acondicionamiento y conservación del fruto en el empaque. Se consideraron los principales procesos a lo largo del sistema, permitiendo un análisis detallado y global basado en las actividades efectivamente realizadas (Figura 1).

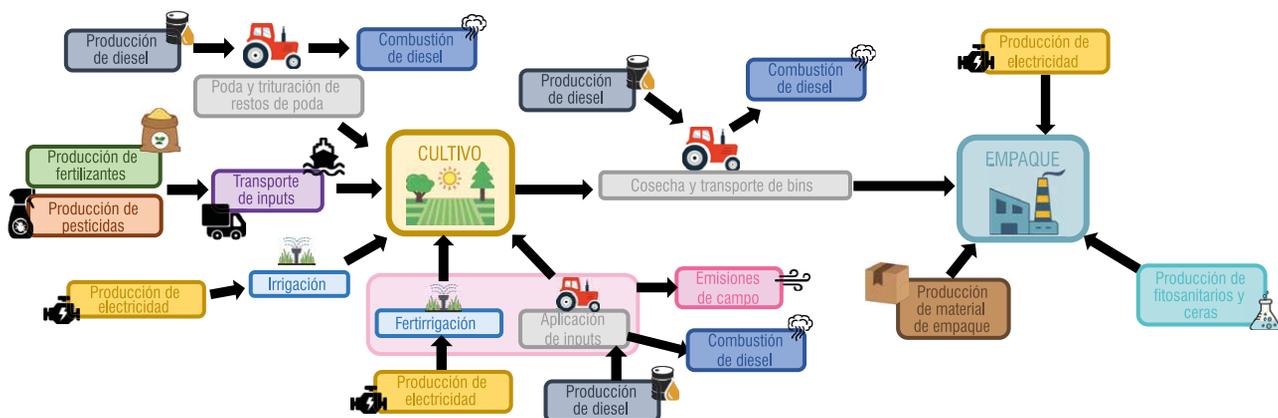


Figura 1 - Procesos considerados en el análisis ambiental del sistema cítrico. Elaboración propia.

**Cuadro 1** - Resultados cuantitativos por tonelada de fruta para las principales categorías de impacto ambiental evaluadas, diferenciando las etapas de campo y empaque.

Categoría de impacto	En campo	Empaque	Campo + empaque
Cambio climático (kg CO <sub>2</sub> eq.tonelada <sup>-1</sup> )	165.69	6.43	172.12
Escasez hídrica (m <sup>3</sup> eq. tonelada <sup>-1</sup> )	280.58	2.2	282.78
Eutrofización marina (kg N eq.tonelada <sup>-1</sup> )	1.68	0.02	1.7
Eutrofización de agua dulce (kg P eq.tonelada <sup>-1</sup> )	0.2	0	0.2
Eutrofización terrestre (mol N eq.tonelada <sup>-1</sup> )	8.6	0.04	8.64
Acidificación terrestre (mol H <sup>+</sup> eq.tonelada <sup>-1</sup> )	2.82	0.06	2.88
Uso de recursos minerales y metales (kg Sb eq.tonelada <sup>-1</sup> )	7.77·10 <sup>-3</sup>	4.46·10 <sup>-4</sup>	8.22·10 <sup>-3</sup>
Uso de recursos fósiles (MJ.tonelada <sup>-1</sup> )	2613.32	150.81	2764.13
Ecotoxicidad de agua dulce (CTUe.tonelada <sup>-1</sup> )	2.16·10 <sup>6</sup>	4.70·10 <sup>4</sup>	2.21·10 <sup>6</sup>
Potencial de erosión (kg.tonelada <sup>-1</sup> )	239.57	-1.75	237.82
Reducción del carbono orgánico del suelo (kg.tonelada <sup>-1</sup> )	1.21·10 <sup>3</sup>	6.17	1.21·10 <sup>3</sup>

### ¿QUÉ IMPACTOS SE MIDIERON?

Se calcularon 20 indicadores ambientales, organizados en las categorías cambio climático, escasez hídrica, eutrofización, toxicidad, uso de recursos energéticos y minerales, pérdida de biodiversidad y servicios del suelo, acidificación terrestre y ozono.

Los resultados se expresaron por tonelada y por hectárea, diferenciados por especie (naranja, mandarina y limón) y por etapa del cultivo (primeros años vs. plena producción). También se estimó el impacto ambiental total anual a nivel país.

### RESULTADOS:

#### ¿QUÉ ACTIVIDADES GENERAN MAYORES IMPACTOS?

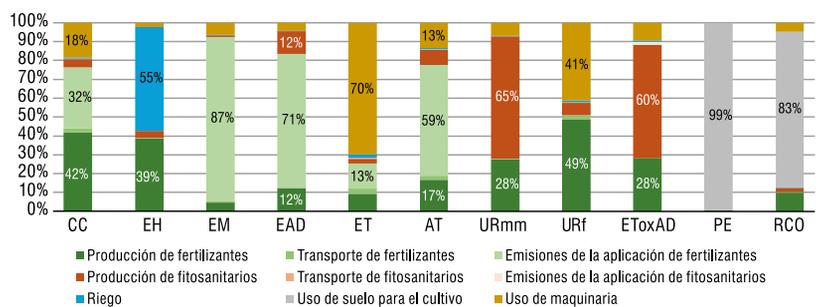
Se presentan los resultados de 11 de las 20 categorías seleccionadas, que reflejan los principales puntos críticos identificados. El Cuadro 1 muestra los valores medios por tonelada de fruta, diferenciando las contribuciones del proceso de campo y del empaque. En prácticamente todos los casos, el campo representa cerca del 90 % del impacto total, confirmando su peso dominante en la huella ambiental del sistema citrícola uruguayo.

Estos resultados conforman la primera línea base cuantitativa para la citricultura uruguayana, útil para

sustentar decisiones y avanzar hacia una producción más sostenible. Las marcadas diferencias entre etapas refuerzan la necesidad de enfocar las mejoras en el campo, donde se generan las mayores cargas ambientales.

#### Y EN LA ETAPA DE CAMPO, ¿QUÉ PROCESOS GENERAN MÁS IMPACTO?

La Figura 2 muestra cómo se distribuye el impacto ambiental entre los procesos que integran la etapa de campo del sistema citrícola. Esta representación permite identificar con claridad qué prácticas o insumos son los principales responsables del impacto en esta fase.



**Figura 2** - Procesos que generan mayor impacto ambiental en la etapa de campo, según categoría evaluada. CC: Cambio climático; EH: Escasez hídrica; EM: Eutrofización marina; EAD: Eutrofización de agua dulce; ET: Eutrofización terrestre; AT: Acidificación terrestre; URmm: Uso de recursos minerales y metales; URf: Uso de recursos fósiles; EToxAD: Ecotoxicidad de agua dulce; PE: Potencial de erosión; RCO: Reducción del carbono orgánico del suelo. Elaboración propia.

Uruguay cuenta con el primer diagnóstico ambiental técnico y representativo de su citricultura, basado en datos reales de campo y empaque.

Los resultados evidencian que la aplicación y producción de fertilizantes son procesos especialmente críticos, principalmente por su contribución a la contaminación del agua, suelo y aire, y al uso de energía no renovable. También destaca el uso de maquinaria agrícola, por su impacto asociado al consumo de combustibles fósiles, y la producción de fitosanitarios, vinculada a la ecotoxicidad y al uso de recursos minerales y metales.

El uso del suelo incide en indicadores de calidad y funcionalidad, como la erosión y pérdida de carbono orgánico, mientras que el riego afecta la escasez hídrica, según volumen y fuente utilizada. Este análisis permite priorizar con mayor precisión qué procesos optimizar para avanzar hacia una producción cítrica más sostenible.



Foto: Martín Lanfranco

Labores de campo con maquinaria agrícola en un cultivo de cítricos.

## PRINCIPALES HALLAZGOS

- El proceso de producción de fruta en el campo concentra la mayor parte del impacto ambiental en comparación con el proceso de empaque.
- Se observaron diferencias importantes entre especies y edades del cultivo, tanto en consumo de recursos como en impactos ambientales.
- El uso de fertilizantes nitrogenados es una de las principales fuentes de impacto ambiental, seguido por el consumo de combustible.

## ¿QUÉ HERRAMIENTAS SE GENERARON?

El proyecto aportó datos y herramientas concretas para apoyar al sector en su gestión ambiental. Se desarrolló una calculadora de huella de carbono con su guía de uso, que permite estimar emisiones en campo

Se identificaron los principales puntos críticos ambientales del sistema y se sugirieron mejoras tecnológicas concretas.



Foto: Martín Lanfranco

Cosecha manual y acopio de naranjas en bins de madera.

El proyecto diseñó y construyó herramientas prácticas para medir, interpretar y evaluar la reducción del impacto ambiental.

sin necesidad de tener un software especializado; un manual técnico sobre emisiones nitrogenadas, con los criterios y metodologías utilizadas; un informe con valores de referencia por especie y etapa productiva; y otro con recomendaciones tecnológicas consensuadas para mejorar la sostenibilidad del sistema cítrica.

### ¿QUÉ CAMINOS SE ABREN?

A partir de este diagnóstico, se abren líneas de acción como aplicar las propuestas tecnológicas en experiencias piloto, replicar la metodología en otros sistemas frutales y explorar herramientas de diferenciación ambiental, como un posible sello cítrica nacional. También el inicio de una nueva etapa, con las empresas como protagonistas, y acciones por parte de UPEFRUY para avanzar y lograr métricas precisas por empresa que impulsen su sostenibilidad ambiental.

### BIBLIOGRAFÍA

Cabot, M. I., Lado, J., & Sanjuán, N. (2023a). Multi-season environmental life cycle assessment of lemons: A case study in south Uruguay. *Journal of Environmental Management*, 326, 116719. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116719>

Cabot, M. I., Lado, J., Bautista, I., Ribal, J., & Sanjuán, N. (2023b). On the relevance of site specificity and temporal variability in agricultural LCA: a case study on mandarin in North Uruguay. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 28(11), 1516-1532. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02186-6>

Cabot, M. I., Lado, J., & Sanjuan, N. (2025). Peeling the orange: Delving into life cycle indicators for water footprint, ecosystem services, and biodiversity for orange cultivation in Uruguay. *Sustainable Production and Consumption*, 54, 261-273. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.01.007>

Cabot, M. I., Lado, J., Manzi, M., & Sanjuán, N. (2024). Life cycle assessment of citrus tree nurseries in Uruguay: Are their environmental impacts relevant?. *Environmental Impact Assessment Review*, 106, 107488. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107488>.

El estudio aporta referencias cuantitativas concretas que diferencian al sector cítrica uruguayo ante mercados que valoran la sostenibilidad.



Foto: Nicolás Zurini



Foto: Ana Pastore

# MOHO DE BIGOTE: ¿por qué la fruta uruguaya no es un riesgo para la diseminación de la enfermedad?

Lic. Lab. Oribe Blanco<sup>1</sup>, Ing. Agr. Gerónimo Fernández<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Andrea Pastore<sup>2</sup>, Lic. Téc. Alim. Mauricio Sbres<sup>1</sup>,  
Dra. Ana Arruabarrena<sup>1</sup>, Dra. Joanna Lado<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. MSc. Elena Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sistema Vegetal Intensivo - INIA

<sup>2</sup>Unión de Productores y Exportadores de Fruta de Uruguay

Cada nuevo mercado que se abre para la exportación de fruta cítrica es antecedido por un esfuerzo conjunto de las autoridades, exportadores y productores. INIA contribuye generando información de toda la cadena productiva. En esta oportunidad, el aporte fue al conocimiento de la calidad sanitaria, clave fundamental para poder ingresar a mercados fuera de frontera.

El moho de bigote causado por el hongo *Penicillium ulaiense* es una enfermedad que causa deterioro en la fruta cítrica (Figura 1). Ha sido reportado en muchos países productores, siempre asociado a la presencia de moho verde o azul y nunca solo. Posiblemente, por su crecimiento muy lento, tiene poca probabilidad de competir con hongos más agresivos. Por ejemplo, en Egipto, los síntomas fueron visibles en fruta naturalmente contaminada recién luego de tres semanas de almacenada a temperatura ambiente y alta humedad.

En otros estudios realizados en Italia, Pakistán y Corea con fruta artificialmente inoculada, la enfermedad fue observada luego de 15 días de almacenamiento en condiciones óptimas para la enfermedad.

A pesar de esta baja capacidad competitiva, algunos autores sugieren que la presencia de este hongo en las plantas de empaque se debe a la resistencia al fungicida imazalil lo que genera presión de selección hacia las poblaciones resistentes.



**Figura 1** - Crecimiento de *P. ulaiense* sobre frutos cítricos artificialmente inoculados luego de 20 (izquierda) y 60 días (centro) de inoculación y expuestos a condiciones ideales para el crecimiento del patógeno. La enfermedad que causa se conoce como moho bigotudo debido a la apariencia de las estructuras reproductivas en forma de “bigote” (derecha).

En Uruguay *P. ulaiense* fue reportado en 1994 y en ese mismo trabajo se hace referencia a la presencia de aislados resistentes a tiabendazol y SOPP, pero sensibles a imazalil. Actualmente, luego de más de tres décadas de uso del fungicida imazalil, las principales pérdidas en destino siguen siendo causadas por moho verde, en menor medida por moho azul y no existen evidencias de fruta que haya llegado a destinos con deterioro causado por el moho de bigote.

Sin embargo, en algunos países productores de cítricos como Colombia y Vietnam, no se ha visto fruta deteriorada por *P. ulaiense* y las autoridades sanitarias de esos países consideran que el moho de bigote puede causar pérdidas económicas significativas. En estos casos, existen requisitos para ingresar fruta desde lugares donde la enfermedad está presente como es el caso de Uruguay.

### OBJETIVO DEL ESTUDIO

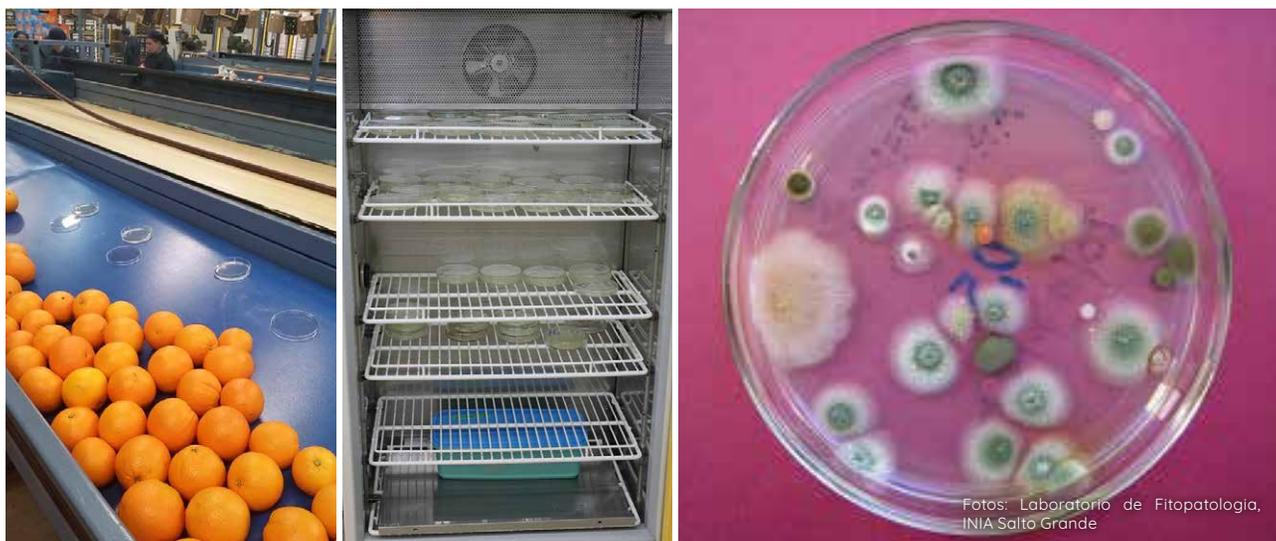
Dado el estatus cuarentenario del moho de bigote en algunos destinos comerciales de interés para Uruguay, se realizaron estudios para evaluar si la fruta producida localmente puede actuar como medio de diseminación de esta enfermedad. Para ello, se realizaron monitoreos para confirmar la presencia del patógeno en diferentes

puntos de la cadena cítrica (campo y empaque) y se evaluó la eficiencia de fungicidas utilizados rutinariamente en plantas de empaque sobre el control de la enfermedad.

### MUESTREO Y ANÁLISIS EN LABORATORIO

Durante cinco zafas consecutivas en tres plantas de empaque se inspeccionaron sistemáticamente frutas en descomposición en búsqueda de estructuras reproductivas típicas de *P. ulaiense*. A su vez se realizaron monitoreos ambientales utilizando placas de Petri con medio de cultivo para hongos (Figura 2), abarcando áreas de ingreso de fruta, zonas de clasificación, empaque y cámaras de almacenamiento.

Se realizó un estudio para conocer el riesgo de diseminación del moho bigotudo a través de la fruta cítrica de Uruguay destinada a exportación.



**Figura 2** - Esquema general del procedimiento utilizado para detectar esporas de hongos en plantas de empaque. Izquierda: monitoreo en zona de clasificación y empaque. Placas de Petri (PP) que contienen medio nutritivo se mantienen abiertas por un tiempo establecido (muestreo pasivo). Foto: Gentileza de Gerónimo Fernández. Centro: luego las PP se incuban a temperatura controlada durante varios días. Derecha: las PP se examinan para detectar la presencia de *P. digitatum*, *P. italicum* y *P. ulaiense* siguiendo claves establecidas que tienen en cuenta la forma, el tamaño, el color y la textura de las colonias.

Por último, en los cuadros de cítricos de la estación experimental de INIA Salto Grande, se realizó una prospección en fruta caída en el suelo con presencia de *Penicillium spp.* (Figura 3).

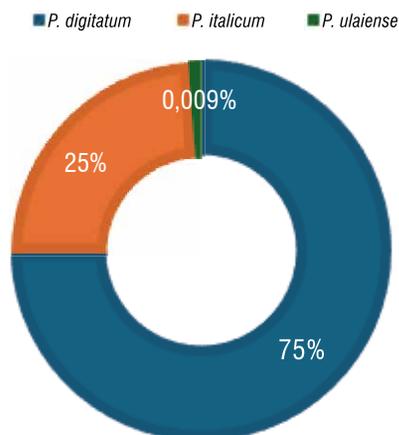
La patogenicidad de los aislados de campo fue confirmada y 19 aislamientos representativos de los diferentes grupos morfológicos fueron luego caracterizados por técnicas convencionales y moleculares.

### RESULTADOS DE LOS MONITOREOS EN PLANTAS DE EMPAQUE Y PROSPECCIÓN EN CAMPO

En las 4.337 placas de Petri analizadas, los datos obtenidos en los muestreos ambientales en las plantas de empaque reflejan una clara dominancia de *P. digitatum* en todas las áreas evaluadas, seguido por *P. italicum*.



**Figura 3** - Frutas en descomposición caídas en el suelo en plantaciones de cítricos. Se aprecia la presencia de diferentes hongos y entre ellos con características de *P. ulaiense*.



**Figura 4** - Izquierda: porcentaje de aislados de *P. digitatum*, *P. italicum* y *P. ulaiense* identificados en los monitoreos ambientales realizados durante cinco zafras consecutivas en tres plantas de empaque. Derecha: aspecto de la colonia de *P. ulaiense* detectada en monitoreo ambiental.

En total, se observaron 8.063 colonias de *P. digitatum* y 2.559 colonias de *P. italicum*. Solo se detectó una única colonia de *P. ulaiense* lo que confirma su presencia extremadamente baja en las plantas de empaque uruguayas (Figura 4).

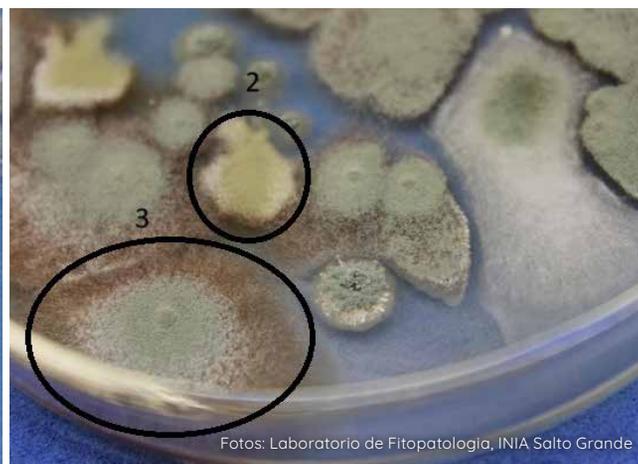
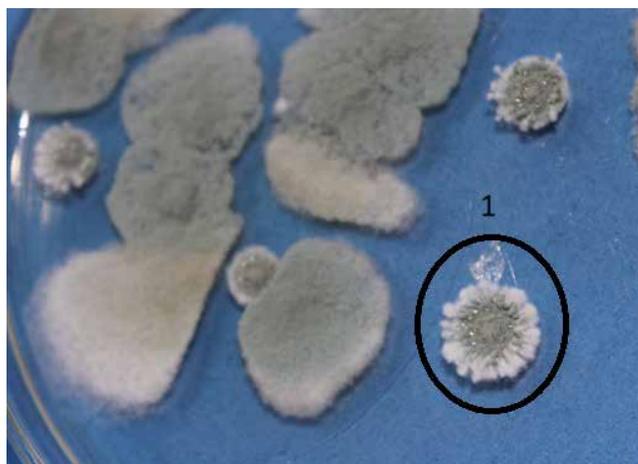
Idénticos resultados fueron obtenidos de los aislados de campo, de los cuales solo un aislamiento sospechoso fue confirmado por prueba de patogenicidad y molecular de pertenecer a la especie *P. ulaiense* (Figura 4). La identificación molecular y las pruebas de patogenicidad permitieron conocer que la variabilidad morfológica que observamos en las colonias de *Penicillium* patógenas de cítricos, pertenecen a *P. italicum* y no a *P. ulaiense* o *P. digitatum* (Figura 5).

#### PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A FUNGICIDAS

El efecto curativo de los fungicidas convencionales y alternativos fue evaluado en frutas de naranjas y

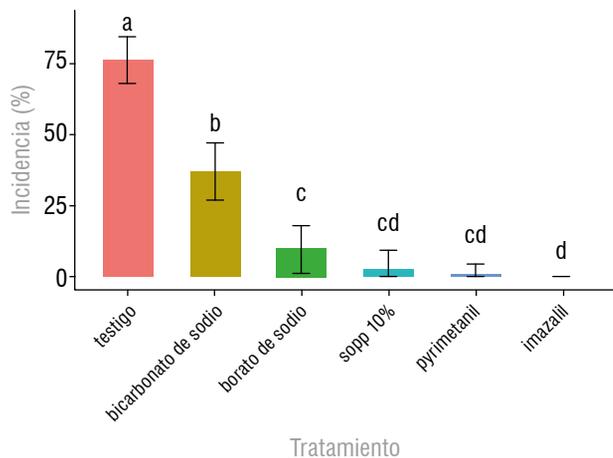
Solamente una colonia de *P. ulaiense* fue observada realizando monitoreos ambientales quincenales durante cinco zafras consecutivas en tres plantas de empaque.

mandarinas inoculadas artificialmente con el aislado obtenido de plantas de empaque y siguiendo la metodología tradicional.



**Figura 5** - Aspecto de las colonias de 1=*P. ulaiense*; 2=*P. digitatum*, 3=*P. italicum* en placas de Petri con medio de cultivo papa\_dextrosa, sembradas con una mezcla de esporas de los tres hongos.

Los resultados indicaron que los aislados de *P. ulaiense* continúan siendo sensibles a imazalil, al igual que a otros compuestos evaluados, aunque con menor eficacia relativa (Figura 6).



**Figura 6** - Efecto de tratamientos curativos en mandarina Clementina artificialmente inoculadas con *P. ulaiense*.

### CONCLUSIONES

El moho de bigote (*P. ulaiense*) es un patógeno débil, con escasa capacidad para competir con *P. digitatum* y *P. italicum* en las condiciones presentes en Uruguay. Su presencia es excepcional tanto en campo como en plantas de empaque y puede ser fácilmente identificado mediante análisis morfológico y/o molecular. A más de 30 años de su primera detección en el país, continúa mostrando sensibilidad al fungicida imazalil, lo cual reduce aún más su riesgo sanitario.

Con base en los resultados de este trabajo, se concluye que la fruta cítrica producida en Uruguay no representa un riesgo significativo como medio de diseminación del moho de bigote hacia otros mercados, incluso aquellos con exigencias cuarentenarias. El sistema de manejo poscosecha y el control de calidad actualmente implementado en las plantas nacionales es eficaz para minimizar la presencia de este hongo y asegurar fruta segura y libre de enfermedades importantes.

La fruta cítrica producida en Uruguay no representa un riesgo significativo como medio de diseminación del moho de bigote hacia otros mercados.

Los fungicidas convencionales que se utilizan rutinariamente en las plantas de empaque de Uruguay son efectivos para el control del moho bigotudo.

### AGRADECIMIENTOS

Verónica Taberner y Lluís Palou. Laboratorio de Patología, Centre de Tecnologia Postcollita (CTP). Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA) por el apoyo en la confirmación de las especies de los aislados de *Penicillium* obtenidos en Uruguay en el marco del presente trabajo.

### MATERIAL BIBLIOGRÁFICO CONSULTADO

Delgado R., Pérez, G., 1997. Características biológicas de *Penicillium digitatum*, *P. italicum* y *P. ulaiense* en postcosecha de citrus. 10.13140/RG.2.1.3323.6082.

Eckert J.W., Brown G. E., 1986. Evaluation of postharvest fungicide treatments for Citrus fruits In: Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens. Kenneth D. Hickey (Ed). St. Paul: APS Press. pp. 92 - 97.

Holmes G., Eckert J.W., Pitt, J., 1994. Revised description of *Penicillium ulaiense* and its role as a pathogen of citrus fruits. *Phytopathology*, 84: 719-727.

Kanetis L., Förster H., Adaskaveg J. E., 2007. Comparative efficacy of the new postharvest fungicides azoxystrobin, fludioxonil, and pyrimethanil for managing citrus green mold. *Plant Disease*, 91: 1502-1511.

Khan A., Subhani M. N., Chattha, M. B., Anwar, W., Nawaz, K., 2017. First report of whisker mold of citrus (*Citrus sinensis*) caused by *Penicillium ulaiense* in Pakistan. *Plant Disease*, 101: 1042-1043.

Palou, L., Taberner, V., 2019. First report of *Penicillium ulaiense* causing postharvest whisker mold of oranges (*Citrus sinensis*) in Spain. *Plant Disease*, 103: 153-154.

Park, J. H., Hyun, J. W., Park, M. J., Choi, Y. J., 2018. First report of whisker mold as a postharvest disease caused by *Penicillium ulaiense* on citrus (*Citrus unshiu*) in Korea. *Plant Disease*, 102: 2643-2644.

Pitt J.L., 1979. The Genus *Penicillium* and its Teleomorphic States *Eupenicillium* and *Talaromyces*. 634 S., 132 Abb. London-New York-Toronto-Sydney-San Francisco.

Plaza P., Usall J., Teixidó N., Viñas I., 2003. Effect of water activity and temperature on germination and growth of *Penicillium digitatum*, *P. italicum* and *Geotrichum candidum*. *Journal of Applied Microbiology*, 94: 549-554.

Rouissi, W., Cherif, M., Ligorio, A., Ippolito, A., Sanzani, S. M., 2015. First report of *Penicillium ulaiense* causing whisker mould on stored citrus fruit in Tunisia. *Journal of Plant Pathology*, 97:402. <http://sipav.org/main/jpp/index.php/jpp/article/view/3379/2048>

Youssef K, Ahmed Y, Ligorio A, D'Onghia AM, Nigro F, Ippolito A, 2010. First report of *Penicillium ulaiense* as a postharvest pathogen of orange fruit in Egypt. *Plant Pathology*, 59:1174. <http://www.blackwell-synergy.com/loi/ppa>

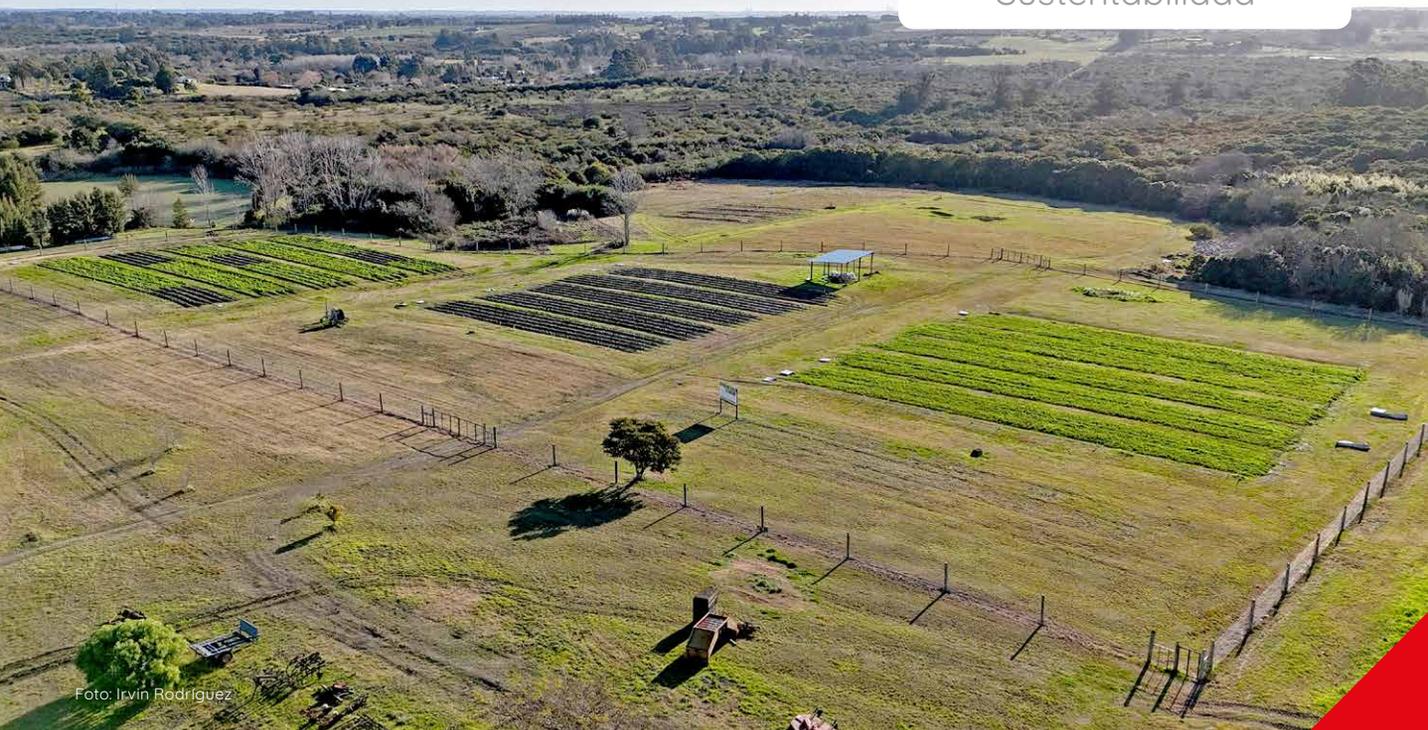


Foto: Irvin Rodríguez

# EXPERIMENTO DE LARGO PLAZO HORTÍCOLA: aprendizajes y nuevos desafíos

Ing. Agr. MSc. Fabiana Hernández-Mazzini<sup>1,3</sup>,  
 Ing. Agr. Dr. Matías González-Arcos<sup>1,2</sup>,  
 Ing. Agr. MSc. Mariana Arias<sup>1,2</sup>,  
 Ing. Agr. Dra. Carolina Leoni<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Sistema Vegetal Intensivo

<sup>2</sup>Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal

<sup>3</sup>Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente

Tras más de una década de investigación, el experimento de largo plazo en sistemas hortícolas de INIA Las Brujas confirma que es posible recuperar suelos degradados mediante prácticas alternativas. Los resultados muestran avances en la salud del suelo, aunque persisten desafíos para sostener la productividad en contextos de alta degradación. Frente a este escenario, surge la necesidad de rediseñar el experimento, incorporando nuevas preguntas y estrategias que acompañen los desafíos actuales y futuros de la producción sostenible.

## INTRODUCCIÓN

La Plataforma Agroambiental de INIA es un espacio donde interactúan la investigación, la extensión y la formación de recursos humanos en temas vinculados a la producción agropecuaria. Está integrada por una red de experimentos de largo plazo (ELP) sobre los principales sistemas productivos del país, con el objetivo de evaluar los procesos involucrados y los impactos ambientales que se generan (INIA, 2024; [Acceda AQUÍ](#) Leoni, 2024).

El experimento “Recuperación de la salud del suelo en sistemas hortícolas” es uno de los siete experimentos de la Plataforma Agroambiental. Fue instalado en 2012 en INIA Las Brujas, en un sitio altamente degradado, con el objetivo de evaluar tecnologías para mejorar la salud del suelo. El foco fue generar información para comprender mejor los procesos que sostienen la producción hortícola y contribuir al diseño de sistemas más resilientes (Gilsanz *et al.*, 2018). Algunos suelos sobre los que se desarrolla la horticultura nacional



Figura 1 - Manejos evaluados en el ELP de INIA Las Brujas.

están severamente degradados y eso es un gran desafío para sostener la producción hortícola en el largo plazo y asegurar la disponibilidad de alimentos para la población. Para contribuir a resolver esta problemática, la pregunta primaria de investigación se centró en dilucidar si es posible recuperar la salud del suelo y mantener la viabilidad de la producción hortícola mediante un sistema de rotaciones con laboreo reducido, enmiendas orgánicas, abonos verdes y pasturas (Corres *et al.*, 2015). Sobre una rotación de cultivos hortícolas y pradera se estudiaron diferentes manejos de suelo convencionales y alternativos (Figura 1). Doce años después de su instalación, el experimento ha dejado valiosos aportes y aprendizajes que hoy son insumos claves para orientar las estrategias de rediseño.

### PRINCIPALES APRENDIZAJES SOBRE LA RECUPERACIÓN DE LA SALUD DEL SUELO

Luego de más de una década de trabajo, varios indicadores demuestran que es posible recuperar la salud del suelo cuando se realizan cambios basados en manejos alternativos. La pregunta que surge a continuación es: ¿a qué tasa se da la recuperación de la salud del suelo? En condiciones de alta degradación, la recuperación es un proceso que implica varios años. El progreso se da de forma gradual y las mejoras logradas dependen en gran medida del punto de partida. Por ejemplo, para las condiciones de este experimento, los manejos alternativos fueron aplicados durante trece años y tuvieron una incidencia positiva en varios indicadores de interés (Cuadro 1).

El experimento evidenció una evolución positiva y gradual en distintos aspectos de la salud del suelo.

La erosión, por ejemplo, es decir la pérdida de suelo por el arrastre del agua, fue cuatro veces menor en el manejo alternativo que en el manejo convencional (Gilsanz *et al.*, 2018), debido en parte al fortalecimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas y por la cobertura del suelo. La compactación disminuyó y la porosidad total aumentó, lo que facilitó, entre otras cosas, que las raíces de las plantas crecieran con mayor

Cuadro 1 - Evolución de parámetros químicos, físicos y biológicos del suelo y de la erosión. Variación respecto a los valores del año 2012 (inicio del experimento) para el manejo convencional y el promedio de los manejos alternativos.

Variación	Manejo convencional	Manejos alternativos
Carbono orgánico	- 48%	- 29%
Porosidad total	- 6%	+ 10%
Índice de respiración	- 64%	+ 57%
Erosión	x 4	x 1

\*Carbono orgánico del suelo (parámetro químico indicador de la fertilidad); porosidad total (parámetro físico indicador de la estructura del suelo); índice de respiración (parámetro biológico indicador de la actividad microbiana) y erosión (entre 2012 y 2016).

La pregunta primaria de investigación se centró en dilucidar si es posible recuperar la salud del suelo y mantener la viabilidad de la producción hortícola mediante un sistema de rotaciones con laboreo reducido, enmiendas orgánicas, abonos verdes y pasturas.

facilidad y que las siembras de los cultivos logran mejor porcentaje de implantación (Hernández-Mazzini *et al.*, aceptado). A su vez, la capacidad del suelo para mantener su estructura (estabilidad de agregados) se fortaleció, evitando que sus partículas se desprendan fácilmente ante agentes externos.

Por su parte, los niveles de materia orgánica y nutrientes presentaron tendencias similares (Cerecetto *et al.*, 2021) aunque aún no son suficientes para sostener incrementos, dado que, si bien la pérdida de carbono orgánico del suelo es menor en los manejos alternativos, todavía no alcanza para generar aumentos significativos. No obstante, se detectaron señales de alerta relacionadas al uso de estiércol aviar frecuente con relación al fósforo, pH y su potencial riesgo de contaminación de los cursos de agua (Hernández-Mazzini *et al.*, aceptado).

Los diferentes manejos también afectaron la vida en el suelo. En los alternativos aumentó la abundancia, diversidad, composición y actividad de los microorganismos del suelo (Cerecetto *et al.*, 2021).

Además, se incrementó el carbono activo (fracción de la materia orgánica que sirve como alimento rápido para la microbiota) y el índice de respiración mejoró (actividad microbiana con respecto a un sitio no perturbado).

### ¿QUÉ SUCEDE A NIVEL PRODUCTIVO?

En relación con la productividad de los cultivos, en suelos degradados los rendimientos están muy por debajo del potencial esperado para la zona, independientemente del manejo (Cuadro 2). En aquellos suelos que reciben fertilización química y laboreo convencional (sin aportes de materia orgánica) ocurre que se enmascara la pérdida de salud del suelo e incrementa la dependencia del sistema a insumos externos, ya que los rendimientos se mantienen, pero la condición del suelo continúa deteriorándose (Hernández-Mazzini *et al.*, aceptado).

Los resultados muestran que las prácticas estudiadas ayudan a construir sistemas hortícolas más sostenibles, ya que mejoran el equilibrio natural del suelo, fortalecen la vida que hay en él y, además, ayudan a cuidar el ambiente. Sin embargo, en situaciones de deterioro como la de este experimento, la productividad de los cultivos no alcanza niveles aceptables, por lo que es necesario considerar estrategias intermedias para la transición en sistemas con alta degradación.

Numerosos indicadores demuestran que la salud del suelo mejoró en respuesta a los manejos alternativos y empeoró con el manejo convencional.

**Cuadro 2** - Respuesta del cultivo de calabacín (2023-2024) y repollo (ciclo 2024) para el manejo convencional y el promedio de los manejos alternativos.

CALABACÍN	Manejo convencional	Manejos alternativos	REPOLLO	Manejo convencional	Manejos alternativos
Implantación	28 %	75 %	Diámetro de repollo	55 cm	37,9 cm
Clorofila foliar	36,9 SPAD	24,9 SPAD	Clorofila foliar	53,0 SPAD	45,2 SPAD
Rendimiento	12 t/ha	4,5 t/ha	Rendimiento	27,9 t/ha	7,2 t/ha
Calidad (peso de fruto)	1 kg	0,7 kg	Calidad (peso de repollo)	1,5 kg	0,4 kg

\*Implantación (% plantas emergidas), clorofila foliar (SPAD, 30 días post instalación del cultivo), diámetro (longitud del diámetro ecuatorial 30 días post trasplante) y rendimiento (100 días de ciclo).



Figura 2 - Cultivos de calabacín (2023-2024) y repollo (2024).

Por ejemplo, es pertinente revisar el tipo, la dosis y la frecuencia de uso de las enmiendas orgánicas. Además, es clave considerar los tiempos de degradación de los abonos verdes, así como incorporar el uso de mezclas multiespecie a base de la combinación de diferentes familias de plantas. En suelos severamente degradados, podría ser pertinente la combinación de fertilización química y orgánica como alternativa intermedia de transición.

**PERSPECTIVAS A FUTURO DEL ELP**

Estos experimentos funcionan como “laboratorios vivos”, ya que son espacios donde se puede investigar de manera continua los procesos que ocurren en el suelo bajo diferentes condiciones de producción. De esta forma, confirman la importancia de realizar estudios locales y de larga duración para entender y difundir los conceptos asociados a cómo recuperar la salud del



Figura 3 - Impacto del manejo agrícola en la salud del sistema en el periodo 2012-2025.

Considerar estrategias intermedias para predios en transición con alta degradación inicial es fundamental para que los niveles de producción sean aceptables.

Se requiere actualizar la propuesta e incluir nuevas interrogantes que surgen de los resultados obtenidos y de las nuevas demandas planteadas por el sector.

suelo, así como evaluar nuevas tecnologías y detectar posibles efectos negativos que solo aparecen después de varios años. En este sentido, son una oportunidad de aprendizaje e intercambio para estudiantes, sector productivo, equipos técnicos y de investigación.

Sin embargo, por la propia naturaleza de estas investigaciones, se requiere actualizar e incluir nuevas interrogantes que surgen de los resultados obtenidos y de las nuevas demandas. Por ejemplo: ¿qué prácticas se podrían implementar durante la transición sin perder productividad y sin comprometer la recuperación del suelo?, ¿qué limitaciones técnicas o dificultades tiene el sector productivo para la adopción tecnológica?, ¿qué estrategias de manejo podemos utilizar para reducir o sustituir el uso de insumos químicos en suelos altamente degradados en proceso de restauración?

Para responder estas preguntas es necesario repensar el experimento desde diferentes visiones. Para ello, se generarán instancias de participación con distintos especialistas, instituciones y productores/as, fomentando el intercambio y la construcción conjunta de las nuevas estrategias.

## BIBLIOGRAFÍA

Ceretto, V., Smalla, K., Nesme, J., Garaycochea, S., Fresia, P., Sørensen, S. J., ... & Leoni, C. (2021). Reduced tillage, cover crops and organic amendments affect soil microbiota and improve soil health in Uruguayan vegetable farming systems. *FEMS Microbiology Ecology*, 97(3), fiab023

Corres, A., Gilsanz, J. C., Silvera, M., Arbolea, J., & Leoni, C. (2015). Abonos verdes, enmiendas orgánicas y mínimo laboreo: Alternativas para mejorar la salud del suelo y potenciar la producción hortícola. *Revista INIA Uruguay*, (42), 31-37. [Acceda AQUÍ](#)

Gilsanz, J. C., Leoni, C., Silvera, M., & Aranda, S. (2018). Sistemas hortícolas: laboreo reducido, abonos verdes y enmiendas orgánicas [Póster]. INIA Las Brujas, Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental; Programa Nacional de Producción Hortícola.

Hernández-Mazzini, F., Reggion, A., Valle, D., Alvarez, A. L., & Leoni, C. (aceptado). Recuperación de la salud del suelo en sistemas hortícolas uruguayos: un desafío a largo plazo. *Horticultura Argentina*.

INIA (2024). Plataforma Agroambiental de INIA: Un espacio de investigación, formación y comunicación de los procesos e impactos de la producción agropecuaria. Informe especial - *Revista INIA Uruguay*, (78), 33-52. [Acceda AQUÍ](#)

Leoni, C. (2024). INIA's Agro-Environmental Platform: a network of long term experiments. *Agrociencia Uruguay*. 2024; 28: e1608.



Foto: Fabiana Hernández



Foto: DAUA

# Micro2Health: el potencial del microbioma del suelo para una agricultura más saludable y resiliente

Ing. Agr. MSc. Mariana Urraburu<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. PhD. Carolina Leoni<sup>2</sup>,  
Lic. María Inés Ávila<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA

<sup>2</sup>Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente; Sistema vegetal Intensivo - INIA

<sup>3</sup>Especialista en Comunicación - DAUA

El proyecto Micro2Health investiga el papel del microbioma del suelo como base para una agricultura más saludable y resiliente. A través de la cooperación científica entre Uruguay y Alemania, se busca comprender cómo los microorganismos pueden potenciar la salud del suelo, mejorar el desempeño de los cultivos y contribuir a una producción de alimentos más sostenible.

En los últimos años, ha crecido el interés por los microorganismos del suelo como aliados estratégicos para enfrentar algunos de los principales desafíos de la agricultura moderna. Lejos de ser solo “tierra”, el suelo es un ecosistema vivo, con miles de millones de organismos que cumplen funciones clave en la fertilidad, el control biológico, la retención de agua y la resiliencia frente al estrés ambiental (FAO, 2020). En este contexto se enmarca Micro2Health (microorganismos

para la salud del suelo y las plantas), que constituyen las actividades de investigación del Componente 1 del Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán (DAUA). Su objetivo principal es conocer mejor las prácticas agrícolas que maximizan los procesos mediados por el microbioma del suelo, con miras a promover suelos sanos y agroecosistemas más resilientes, que a su vez contribuyan a una producción de alimentos más sostenible.

## UN PUENTE CIENTÍFICO ENTRE URUGUAY Y ALEMANIA

Micro2Health es parte de la colaboración científica entre Uruguay y Alemania, impulsada por el DAUA, una iniciativa bilateral que busca fomentar el intercambio de conocimientos y experiencias entre ambos países en temas agropecuarios clave.

En este marco, Micro2Health es una investigación liderada conjuntamente entre el Julius Kühn-Institut (JKI) de Alemania y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, en articulación con instituciones académicas y redes técnicas de ambos países. Tiene una duración prevista de cinco años, de 2023 a 2027.

Para conocer más sobre los objetivos y primeras actividades de Micro2Health, se puede acceder al video realizado en el marco del DAUA:

Acceda **AQUÍ**



## TRABAJO CONJUNTO EN CAMPO Y LABORATORIO

En febrero de 2025 el proyecto alcanzó un hito importante con la visita a Uruguay de dos integrantes del equipo alemán, Simon Lewin y Niklas Plag del JKI, quienes trabajaron junto a las investigadoras Carolina Leoni y Mariana Urraburu de INIA (Figura 1).



**Figura 1** - Visita de parte del equipo alemán a INIA Las Brujas. De izquierda a derecha: Niklas Plag (Julius Kühn-Institut - JKI, Alemania), Mariana Urraburu (INIA), Dagmar Wittine (Líder de Proyecto del Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán -DAUA) y Simon Lewin (JKI) (Foto gentileza Dagmar Wittine).

Micro2Health es una investigación conjunta entre JKI de Alemania e INIA de Uruguay, en articulación con instituciones académicas y redes técnicas de ambos países.

Esta visita permitió avanzar y ajustar el diseño de las actividades experimentales, fortaleciendo la articulación entre los equipos de ambos países.

Como parte de la visita realizada, los investigadores visitaron los experimentos de largo plazo (ELP) que INIA mantiene en Las Brujas (Canelones) y en Palo a Pique (Treinta y Tres), sitios experimentales estratégicos para evaluar los efectos del manejo agronómico sobre la salud del suelo. Asimismo, en conjunto se definieron los protocolos de muestreo y procesamiento de suelos y plantas, estableciendo una metodología estandarizada para ambos países. Este enfoque permite generar datos comparables bajo diferentes condiciones ambientales y productivas, y así fortalecer la base científica de los resultados obtenidos en el proyecto.



## Diálogo Agropecuario Uruguayo-Alemán

El DAUA es un proyecto de cooperación entre Uruguay y Alemania, con proyección regional, que promueve el desarrollo de sistemas de producción sostenibles y resilientes al clima, con enfoque agroecológico.

Actúa como un catalizador para la generación de redes técnicas, científicas e institucionales que permiten abordar desafíos comunes desde una perspectiva colaborativa, combinando ciencia, innovación y conocimiento local.

Para conocer más sobre este proyecto: [www.dialogoagro.uv](http://www.dialogoagro.uv)

Acceda **AQUÍ**





Foto: Ruben Núñez

**Figura 2** - Equipo de investigadores y colaboradores de Micro2Health durante los muestreos de suelo y plantas en el experimento de largo plazo de Palo a Pique - INIA Treinta y Tres.

Una de las actividades principales durante la visita fue la realización de una campaña de muestreo de suelo y plantas en el ELP de Palo a Pique “Intensificación sostenible de sistemas ganadero-agrícolas” en INIA Treinta y Tres (Figura 2). El objetivo fue ampliar la colección de aislados bacterianos nativos obtenidos de suelo y rizósfera, y así disponer de una colección microbiana más diversa y representativa del este del país. Esto permitirá evaluar y seleccionar consorcios microbianos sintéticos con potencial para fortalecer la salud del suelo y el desempeño de los cultivos en distintas condiciones edafoclimáticas.

Luego del trabajo de campo, se realizaron actividades de laboratorio en INIA Las Brujas. Allí se afinaron los

criterios para el procesamiento de muestras de suelo y planta y para el aislamiento de microorganismos, así como su conservación en la colección de INIA. También se ajustaron los procedimientos para el envío de una copia de la colección obtenida a JKI-Alemania, en conformidad con los lineamientos del Protocolo de Nagoya, que regula el acceso a recursos genéticos y la distribución justa de los beneficios derivados.

### DESDE EL SUELO AL INVERNADERO... Y AL CAMPO

La colección de microorganismos obtenida (integrada por 750 aislados bacterianos) enviada a Alemania será caracterizada y evaluada genética (*in silico*) y funcionalmente a nivel de laboratorio (*in vitro*), buscando identificar aquellos microorganismos que expresen caracteres de interés (ver recuadro), o sea mayor potencial para mejorar la salud del suelo y de las plantas.

Posteriormente, los microorganismos seleccionados serán evaluados en condiciones controladas en invernaderos (Figura 3), tanto con suelos alemanes como con suelos uruguayos provenientes de los sitios de estudio. Finalmente, los más prometedores serán probados a campo en Uruguay en los ELP de Las Brujas y Palo a Pique, en condiciones reales de manejo, para validar su eficacia y utilidad práctica.

Los microorganismos seleccionados serán evaluados en invernaderos con suelos alemanes y uruguayos. Los más prometedores serán probados a campo en Uruguay en los ELP de donde se aislaron.



**Figura 3** - Experimento en invernadero realizado en el JKI para evaluar el efecto de la inoculación de las semillas de avena con un consorcio microbiano sintético, que fue diseñado a partir de aislados bacterianos obtenidos del ELP INIA Las Brujas. El experimento se realizó en las instalaciones de JKI, y se utilizó suelo proveniente de un ELP de Alemania.

### FORMACIÓN DE CAPACIDADES: UN DOCTORADO APLICADO AL TERRITORIO

Micro2Health también constituye un espacio de formación para jóvenes investigadores. En este contexto, la Ing. Agr. MSc. Mariana Urraburu desarrolla su doctorado en Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía - Udelar, con la supervisión conjunta de la Ing. Agr. PhD. Carolina Leoni (INIA) y la Dra. Doreen Babin (JKI). El foco de la tesis doctoral es la interacción entre prácticas agrícolas, microbioma del suelo y salud de los cultivos.

Como parte de esta formación, Mariana Urraburu realizó una pasantía de tres meses en el Julius Kühn-Institut (JKI), entre abril y junio de 2025 (Figura 4). Durante su estadía, se capacitó en técnicas de caracterización funcional y genética de aislados bacterianos provenientes del ELP de Palo a Pique -

### CARACTERES DE INTERÉS ESTUDIADOS EN LA COLECCIÓN DE AISLADOS BACTERIANOS

- *Producción de exopolisacáridos (EPS)*

Los EPS son compuestos azucarados secretados por bacterias, que ayudan a formar agregados del suelo, lo que mejora su estructura, aireación y retención de agua.

- *Producción de ácido indolacético (AIA)*

El AIA es una fitohormona producida por plantas y algunas bacterias del suelo, estimula el crecimiento y desarrollo de las raíces.

- *Producción de sideróforos*

Los sideróforos son moléculas producidas por microorganismos que capturan hierro del ambiente, facilitando su absorción por las bacterias y, en algunos casos, también por las plantas.

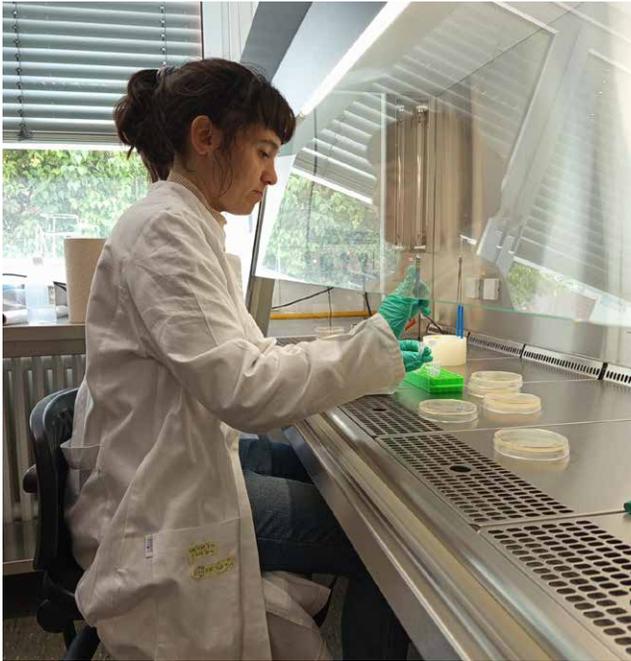
- *Actividad enzimática*

Quitinasa, celulasa y proteasa: enzimas que contribuyen a la degradación de compuestos orgánicos complejos y pueden tener efectos biocontroladores.

Fosfatasa: enzima que moviliza fósforo orgánico, haciéndolo disponible para la planta.

ACC desaminasa: enzima que reduce los niveles de etileno en la planta, promoviendo el crecimiento bajo condiciones de estrés.

INIA Treinta y Tres. Además, participó activamente en la instalación y monitoreo del primer ensayo de invernáculo que evalúa el consorcio sintético microbiano seleccionado del ELP de INIA Las Brujas, con el objetivo de promover la salud del suelo y el crecimiento de plantas de avena. Esta experiencia contribuyó no solo al avance del proyecto, sino también al fortalecimiento de capacidades locales en el estudio y uso de microbiomas agrícolas.



Fotos: Mariana Urriburu

**Figura 4** - Ing. Agr. MSc. Mariana Urriburu durante su pasantía doctoral en el JKI.

## MICROORGANISMOS COMO ALIADOS DE LA SOSTENIBILIDAD

El microbioma del suelo tiene el potencial para reducir la dependencia de insumos externos, como fertilizantes y pesticidas sintéticos, y al mismo tiempo mejorar la eficiencia del uso de recursos naturales. El estudio del microbioma del suelo para su uso agropecuario contribuirá a enfrentar los desafíos actuales del agro: la necesidad de adaptarse al cambio climático, mejorar la productividad de manera sostenible y conservar los recursos naturales para las futuras generaciones. Mediante el estudio de las comunidades microbianas del suelo y la rizosfera, Micro2Health aporta en esta dirección.

La integración entre ciencia, tecnología y conocimiento local, sumada a la cooperación internacional, posiciona a proyectos como Micro2Health como catalizadores de

La integración entre ciencia, tecnología y conocimiento local, sumada a la cooperación internacional, son catalizadores de una transformación agroecológica con base científica, donde los microorganismos del suelo dejan de ser invisibles para convertirse en protagonistas del futuro del agro.

una transformación agroecológica con base científica, donde los microorganismos del suelo dejan de ser invisibles para convertirse en protagonistas del futuro del agro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE CONSULTA

- Berg *et al.* 2020. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8:103.
- FAO (2020). State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities. Rome.
- Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios. (2014). Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/abs/>

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Microbioma del suelo:** conjunto de microorganismos (bacterias, hongos, arqueas, virus, etc.) y sus estructuras, metabolitos, elementos genéticos móviles (como transposones, fagos y virus) que habitan en el suelo, interactúan entre sí y con las plantas. Todos ellos inciden en procesos ecológicos clave (Berg *et al.*, 2020).

**Rizósfera:** suelo que rodea las raíces de las plantas, donde ocurre una intensa interacción entre las raíces y los microorganismos del suelo.

**Consorcio microbiano sintético:** conjunto de cepas microbianas seleccionadas por los investigadores para trabajar de manera sinérgica, promoviendo la salud del suelo y el crecimiento vegetal.

**Protocolo de Nagoya:** acuerdo internacional que regula el acceso a recursos genéticos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

### Términos que indican el tipo de estudio:

- *In silico*: realizado por computadora o simulación.
- *In vitro*: realizado en laboratorio, fuera de un organismo.
- *In vivo*: realizado dentro de un organismo o en condiciones reales.



Foto: Andrés Roldán

# CONSTRUCCIÓN COLECTIVA PARA UNA APICULTURA SOSTENIBLE: aportes desde la región Este

Dra. Belén Branchiccela<sup>1</sup>, Dra. Rossana Cantieri<sup>2</sup>,  
Perioto Apicultor Alejandro Fachola<sup>3</sup>,  
Técnico Agrario Denny Vivas<sup>3</sup>, Dr. Walter Ayala<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sección Apicultura, INIA La Estanzuela  
<sup>2</sup>Centro Universitario Regional del Este, Udelar  
<sup>3</sup>Delegado Apícola Regional, INIA Treinta y Tres  
<sup>4</sup>Director Regional, INIA Treinta y Tres

El 20 de mayo pasado, se celebró el Día Mundial de las Abejas, y Treinta y Tres fue sede nacional de este evento. Se llevaron a cabo diversas actividades para niños y adultos, y la tradicional jornada de actualización apícola en INIA Treinta y Tres. En el marco de esta jornada, se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Desafíos y Amenazas) de la apicultura en la región este. En el presente artículo se presenta un resumen de las actividades realizadas y los principales resultados obtenidos en el análisis FODA.

Con el objetivo de crear conciencia sobre la importancia de los polinizadores, las amenazas a las que se enfrentan y su contribución al desarrollo sostenible, las Naciones Unidas declaró el 20 de mayo, Día Mundial de las Abejas. En Uruguay, esta fecha se celebra desde hace cuatro años, y el departamento sede va rotando año a año. En esta oportunidad, la celebración se desarrolló en Treinta y Tres, gracias al trabajo de la

Intendencia de Treinta y Tres, con el apoyo del Instituto Nacional de investigación Agropecuaria (INIA), la Comisión Honoraria de Desarrollo Apícola (CHDA), el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) y la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU).

Las propuestas estaban destinadas tanto para niños como para adultos, incluyendo una obra de teatro

para escolares, feria con stands, degustaciones de preparaciones culinarias en base a miel preparadas por alumnos de la UTU y un té show, entre otras actividades.

INIA, apoyando esta iniciativa, llevó a cabo la tradicional jornada técnica de apicultura que realiza cada año. En esta oportunidad se contó con alrededor de 50 inscriptos. Con el objetivo de conformar un programa alineado con los intereses del sector apícola regional y que aporte hacia la resolución de las problemáticas actuales (Programa: [Acceda AQUÍ](#)), los delegados apícolas en el Consejo Asesor Regional (CAR) de Treinta y Tres (Alejandro Fachola y Denny Vivas) trabajaron activamente para recabar las demandas del sector en la región. En esta oportunidad, investigadores, estudiantes, productores y técnicos brindaron charlas vinculadas a manejo de colmenas en cultivos de colza (temática de interés en ciertos departamentos del este en los que este cultivo viene avanzando), compartieron experiencias de asociativismo para agregar valor a las mieles, aspectos sanitarios comparativos de abejas del este y del litoral, gestión de la empresa apícola en época de crisis, y oferta de recursos nutricionales para las abejas en el este del país. Por último, teniendo en cuenta que desde el sector hace varios años que se plantean dificultades para conseguir sitios donde instalar los apiarios y falta de articulación con otros sectores productivos, autoras del libro “Mucho más que miel, abejas del Uruguay” contaron cómo el libro ha sido una herramienta que los propios apicultores

han ido utilizando para difundir en las escuelas la importancia de las abejas.

En horas de la tarde, la propuesta incluyó un análisis FODA para la identificación de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para la apicultura en la región Este, liderado por Rossana Cantieri (CURE). A continuación, se desarrollan los aspectos destacados por los productores.

## FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES

Los asistentes identificaron la pasión por la actividad apícola como una fortaleza, permitiéndoles continuar con la actividad y buscar estrategias de mejora, pese a la crisis prolongada del sector. Identificaron que, en el marco de esta crisis, han surgido modalidades de trabajo e iniciativas que han fortalecido la apicultura en la región, como la presencia de mujeres dinamizando al sector, la existencia de algunos grupos realizando reuniones continuas en las que se comparten conocimientos, y la reciente formación y futuro desarrollo de un laboratorio de análisis de mieles de una cooperativa local al servicio de los productores.

Por otro lado, se identificó que existe un sector de la población cada vez más grande, interesado por el consumo de alimentos naturales, orgánicos, con características particulares y producidos en ambientes sanos y seguros. En este sentido, la región cuenta



Puesta a punto e intercambio de los resultados del FODA.

Foto: Pablo Llovet

Dentro de las principales fortalezas identificadas, se destaca la pasión por la actividad, contribuyendo a seguir adelante en épocas de crisis y el trabajo en equipo con gran participación femenina. También se valoró que la apicultura del este tiene potencial para generar productos orgánicos en ambientes sanos y seguros, características cada vez más demandadas por la población.

con características favorables, con abundante flora diversa y poco avance de la agricultura, con un gran potencial de producción orgánica y de productos con valor agregado. Además, la existencia de un sistema de trazabilidad nacional aumenta la confianza de los consumidores permitiendo garantizar el origen del producto. Este consumo se potenciaría con el aumento del turismo nacional e internacional interesado en estos temas, en la naturaleza y en su conservación.

Asimismo, desde el punto de vista de manejo apícola se resaltó la disponibilidad actual de genética local sin seleccionar, pero adaptada al ambiente. Este aspecto resulta interesante desde el punto de vista de la investigación y el desarrollo del sector, ya que en el último tiempo se viene planteando en distintos ámbitos, la necesidad de mejorar la genética apícola nacional y, en consecuencia, vienen surgiendo distintas iniciativas. El hecho de que en la zona este se identifique la genética local como un valor regional, mientras que en otras partes del país se esté planteando la necesidad



Foto: Belén Branchiccela

Alumnos de Primaria visitando el stand de “Mucho más que miel. Abejas del Uruguay”.

de importar reinas del exterior, pone sobre la mesa la necesidad de implementar distintas estrategias regionalizadas, según las necesidades del sector productivo en distintas zonas del país. Por último, en varios grupos se destacó que el sector siente que cuenta con apoyo institucional destacando el buen vínculo con la investigación nacional e INIA, los buenos lazos con las intendencias departamentales, la posibilidad de generar alianzas con otras entidades y de acceder a convocatorias de fondos no retornables. Todos estos aspectos tienen el potencial de fortalecer significativamente la apicultura del este del país.

## DEBILIDADES Y AMENAZAS

El desarrollo sostenible del sector productivo enfrenta diversas limitaciones estructurales, económicas y sociales, que afectan directamente la competitividad, la calidad de vida de los productores y la inserción en mercados formales. Dentro de estas limitaciones, se destaca el limitado acceso a recursos como a maquinaria y a predios. En este último sentido, hace ya varios años que los apicultores del este manifiestan limitaciones para conseguir permisos de acceso a predios para la instalación de los apiarios en comparación a otras épocas en las que los productores rurales mostraban una mayor apertura. Se planteó que es necesario una mayor concientización de los beneficios de las abejas en la producción agrícola y en el mantenimiento de los ecosistemas. Campañas de difusión, así como beneficios fiscales a predios que permitan la instalación de los apiarios fueron algunas de las estrategias planteadas con el fin de dar respuesta a esta problemática.

Desde el punto de vista social, dentro de las debilidades y amenazas planteadas se destacó la falta de asociativismo, de compañerismo, de comunicación y la competencia desleal entre apicultores a la hora de negociar precios de exportación. Estos aspectos podrían fortalecerse gracias al trabajo en grupo, identificado como una fortaleza por algunos de los asistentes. Esto refleja la heterogeneidad y diversidad de situaciones dentro de la propia región este. En este sentido, el hecho de que sí existan algunos grupos y que su trabajo resulte un aspecto enriquecedor para el desarrollo productivo local, puede servir de ejemplo para quienes no se sienten identificados. Por lo tanto, sería enriquecedor que quienes se encuentran trabajando en esta modalidad puedan compartir sus experiencias de forma solidaria. Esto no solo fomentará la replicación del trabajo asociativo, sino también que el propio proceso de visualizar los beneficios de esta práctica fortalecerá al grupo y motivará a continuar con el trabajo en esa línea. Por último, dentro de los aspectos sociales se destacó el envejecimiento del sector, aspecto que también se ha planteado en otros ámbitos y que refleja una problemática del sector apícola a nivel nacional. Paralelamente, se identificaron productores y productoras con pocos años dentro del rubro, con

nuevas energías e ideas innovadoras como estrategias de comercialización no tradicionales. Nuevamente, el asociativismo y trabajo en grupo parecería ser un aspecto clave a desarrollar fomentando la interacción e intercambio de conocimientos transgeneracionales y multidisciplinarios para el fortalecimiento del sector.

La falta de recursos económicos, altos costos productivos y de vida también fueron aspectos planteados. En esta línea, la capacitación en temas vinculados a la administración de la empresa apícola resulta sumamente importante. Desde INIA se ha incorporado esta temática en reiteradas jornadas realizadas en Treinta y Tres, pero sin duda es un tema en el cual los productores necesitan un trabajo detallado y acompañamiento. De forma similar, la falta de registros fue planteado como otra debilidad y va en la misma dirección.

La exposición a pesticidas fue otra de las amenazas planteadas. Este tema es una preocupación a nivel nacional, con la diferencia que, mientras que en la región este se plantea como una amenaza, en otras partes del país, la intoxicación de abejas y la presencia de contaminantes en matrices de las colmenas, se identifica como un problema ya instalado. Por tal motivo, sería interesante analizar el grado de exposición a pesticidas en el este para poder prevenir o mitigar sus efectos.

Por último, se plantearon como problemáticas la falta de uniformidad en los precios de la miel en el mercado interno y los bajos precios de exportación. Ambos aspectos repercuten en la rentabilidad de las empresas apícolas.

Las principales amenazas identificadas para la apicultura en el este fueron limitaciones estructurales, económicas y sociales, que afectan directamente la competitividad, la calidad de vida de los productores y la inserción en mercados formales. El avance de la agricultura y el asociado uso de pesticidas también se identificó como un aspecto relevante y de gran preocupación para los productores de esta zona del país.

En síntesis, la apicultura en la región este del país se caracteriza por una fuerte vocación productiva y por un gran potencial vinculado a la conservación de la biodiversidad, el interés creciente por productos naturales, y el respaldo institucional disponible. Las iniciativas locales son claros indicios de resiliencia y construcción colectiva. Sin embargo, para alcanzar un desarrollo sostenible del sector, es necesario abordar algunas de las limitaciones persistentes planteadas e implementar estrategias específicas. En este contexto, fortalecer las redes de colaboración, promover el intercambio de experiencias exitosas, y fomentar una mirada territorial y diferenciada en las políticas públicas, se presentan como caminos clave para consolidar una apicultura sostenible, inclusiva y competitiva de la región.



Niños y docentes de Primaria que asistieron a la actividad artística “La abejeita rockera”.

Foto: IMR



Foto: Gonzalo Fernández Turren

# CONSUMO DE NUTRIENTES Y LA RELACIÓN CON LAS EMISIONES DE METANO (CH<sub>4</sub>) Y DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) EN RUMIANTES

DCV. MSc. PhD. Gonzalo Fernández Turren<sup>1</sup>,  
DCV. Carmela Ferrés-Castells<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIA Treinta y Tres  
<sup>2</sup>Tesista de Maestría, Facultad de Veterinaria - Udelar

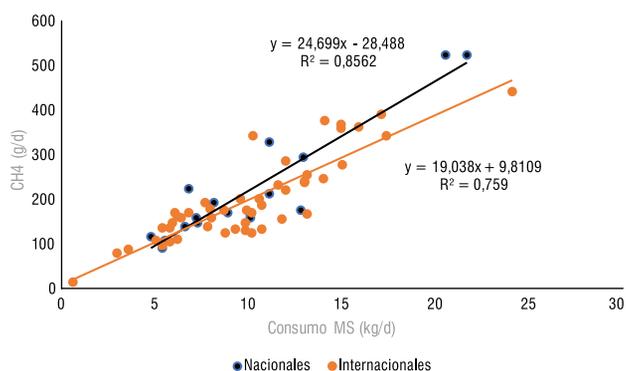
El desempeño productivo de animales pastoreando campo natural estará determinado en gran medida por la calidad de la pastura, y en última instancia por el consumo de nutrientes. La fermentación ruminal del alimento consumido es el paso clave para generar ácidos grasos volátiles (AGV) y de esa forma obtener energía de la pastura consumida. Las emisiones de gases como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son producto de la fermentación ruminal, por tanto, estarán estrechamente ligadas al consumo de nutrientes. En el siguiente artículo se presenta información relacionada a la determinación de consumo en animales pastoreando campo natural y su relación con las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.

## INTRODUCCIÓN

El metano (CH<sub>4</sub>) representa alrededor de 18 % del total de las emisiones antropogénicas netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel mundial. Reducir las emisiones de CH<sub>4</sub> puede ayudar a reducir el calentamiento global a corto plazo, ya que el metano es un contaminante climático de vida corta (duración aproximada de 12,4 años), pero con un potencial de calentamiento 28 veces mayor que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Las emisiones de gases de efecto invernadero

en el Uruguay se originan mayoritariamente en el sector ganadero y es el CH<sub>4</sub> el gas emitido en mayor proporción.

Es clave resaltar que la fermentación ruminal es lo que permite al rumiante obtener energía de los alimentos consumidos, a través de la utilización de los ácidos grasos volátiles (AGV; principalmente acético, propiónico y butírico) producto de la fermentación de los carbohidratos. Como consecuencia de la fermentación, también se generan gases que en su mayoría



**Figura 1** - Relación entre el consumo de materia seca (MS) y las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) en bovinos. Datos recopilados de trabajos nacionales (Dini *et al.*, 2018; Orcasberro *et al.*, 2021; Bigot *et al.*, 2022; Santander *et al.*, 2023) e internacionales (DeRamus *et al.*, 2002; Woodward *et al.*, 2001, 2004; Molano *et al.*, 2006; Beauchemin *et al.*, 2006; Hart *et al.*, 2009; Jones *et al.*, 2011; Richmond *et al.*, 2014; Ryan *et al.*, 2022; Fresco *et al.*, 2022; Muetzel *et al.*, 2024).

corresponden a CO<sub>2</sub> (2/3) y otra parte a metano (1/3), con una pequeña fracción de otros gases, como H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>.

El ingreso de sustratos al rumen está determinado por el consumo de nutrientes. Por esto, el consumo es el principal factor que determina el desempeño productivo y la fermentación ruminal. En sistemas extensivos, donde la base de la dieta es el campo natural, la calidad de la pastura determinará el potencial de consumo de materia seca (MS). En base a estas relaciones, es clave considerar todos aquellos factores que inciden sobre

El consumo de nutrientes es determinante en las emisiones de metano entérico en rumiantes.

el consumo de nutrientes, como factores determinantes de las emisiones de metano. En la Figura 1, se muestra la relación entre los resultados de emisiones de metano y el consumo de MS registrado en una gran variedad de situaciones productivas, tanto a nivel nacional e internacional.

## ESTIMACIÓN DE CONSUMO

La estimación del consumo de nutrientes en condiciones pastoriles es una de las mediciones más complejas de llevar a cabo. Parte de esta complejidad, está asociada a los múltiples factores que inciden sobre la selección de la pastura por parte del animal.

Para estimar el consumo se pueden utilizar diversas metodologías, incluyendo el uso de marcadores hasta la estimación del consumo por la diferencia entre el alimento ofrecido y rechazado por el animal (Figura 2). El consumo de forraje en animales de pastoreo se ha estimado generalmente mediante la siguiente ecuación:

producción fecal / (1 - digestibilidad de la dieta).



**Figura 2** - Determinación de consumo individual y emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en vaquillonas utilizando unidades GreenFeed en parcelas individuales sobre campo natural. Unidad Experimental de Palo a Pique (INIA Treinta y Tres, Uruguay).

Aunque esta ecuación es simple en principio, es un desafío determinar con precisión la producción fecal y la digestibilidad de nutrientes en animales de pastoreo. Un enfoque alternativo a la colecta total de heces es usar marcadores externos e internos para estimar la producción fecal y la digestibilidad de la dieta (ej. dióxido de titanio). En este caso, es importante considerar los cambios cíclicos en la concentración de marcadores fecales o mala recuperación de marcadores en heces. Aumentar el número de muestras o animales podría mejorar la precisión de las técnicas de muestreo puntual utilizadas para heces y orina. El uso de N fecal ha sido estudiado como una alternativa y podría ser de gran utilidad en condiciones pastoriles para estimar el consumo de MO (Tafernaberry *et al.*, 2024).

### RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO Y LAS EMISIONES DE CH<sub>4</sub> Y CO<sub>2</sub>

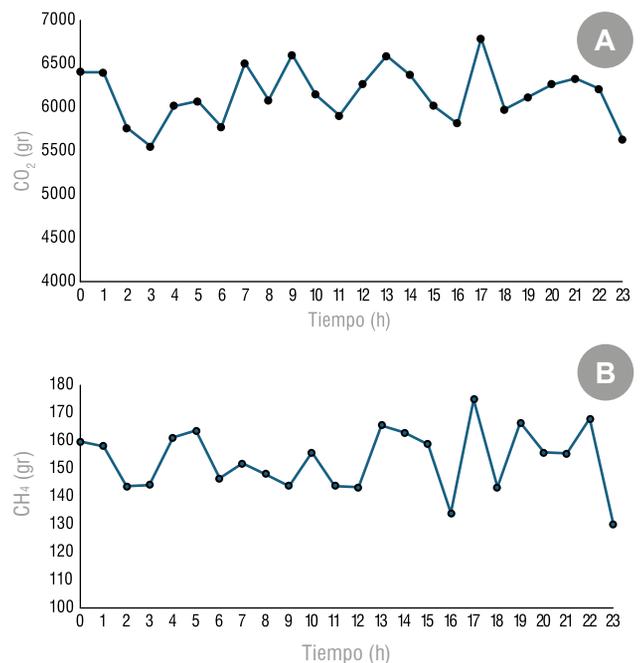
Las emisiones de CH<sub>4</sub> presentan un patrón diurno estrechamente vinculado al comportamiento alimentario. Las estimaciones representativas de la producción diaria promedio de CH<sub>4</sub> requieren muestras puntuales distribuidas a lo largo de 24 horas.

GreenFeed es un sistema que permite medir los flujos de gases CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y, opcionalmente, oxígeno (O<sub>2</sub>) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) en bovinos. Este equipamiento permite analizar la dinámica de emisiones diarias y durante diferentes períodos de tiempo, en forma individual y como promedios del rodeo. Por su parte, las emisiones de CO<sub>2</sub> reflejan el metabolismo energético, impulsado en gran medida por el consumo de energía del alimento.

Se ha reportado una relación lineal fuerte y positiva entre la tasa de producción de CO<sub>2</sub> y el consumo MS ( $R^2 = 0,78$ ), y entre la tasa de producción de CO<sub>2</sub> y el peso vivo ( $R^2 = 0,82$ ). Esto indica que, a medida que aumenta la cantidad de alimento consumido, también aumenta la cantidad de CO<sub>2</sub> producido (Arthur *et al.*, 2018).

En la Figura 3 se presentan los registros de variación a lo largo de 24 horas en las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, con unidades GreenFeed, en vaquillonas pastoreando campo natural en invierno. Este trabajo representa la primera aproximación con el uso de unidades GreenFeed colocadas en parcelas individuales diarias sobre campo natural.

GreenFeed permite medir los flujos de gases CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y, opcionalmente, oxígeno (O<sub>2</sub>) e hidrógeno (H<sub>2</sub>) en bovinos.



**Figura 3** - Patrón diario (0 a 23 h) de emisiones de CO<sub>2</sub> (A) y CH<sub>4</sub> (B) en vaquillonas pastoreando campo natural en invierno.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres y a Pablo Vaz y Mauro Figueroa por el apoyo técnico con las Unidades GreenFeed.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arthur, P.F., Bird-Gardiner, T., Barchia, I.M., Donoghue, K.A., Herd, R.M. (2018). Relationships among carbon dioxide, feed intake, and feed efficiency traits in ad libitum fed beef cattle. *Journal of Animal Science*, 96:4859–4867.
- Beauchemin, K., McGinn, S.M. (2006). Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. *Journal of Animal Science* 84:1489–1496
- Bigot, J., Fontes, D., Montini, J. (2022) “Ambiente ruminal y emisiones de metano en vacas lecheras alimentadas con dietas mixtas (pastura + ración totalmente mezclada). Tesis de Grado, Facultad de Veterinaria (Udelar).
- Dini, Y., Gere, J., Cajarville, C., Ciganda, V. (2018). Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South América. *Animal Production Science*, 58, 2329–2334.
- DeRamus, A., Clement, T., Giampola, D., Dickison, P. (2003) Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. *Journal of Environmental Quality* 32, 269–77.
- Hart, K. J., Martin, P. G., Foley, P. A., Kenny, D. A., Boland, T. M. (2009). Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. *Journal of Animal Science*, 87, 3342–3350.

Resulta trascendente verificar si los datos de CO<sub>2</sub> podrían utilizarse como indicadores de ingesta de alimento en animales pastoreando campo natural.

Santander, D., Clariget, J., Banchemo, G., Alecrim, F., Zinno, C., Mariotta, J., Gere, J., Ciganda, V. (2023). Beef Steers and Enteric methane: Reducing emissions by managing forage diet fiber content. *Animals*, 13, 1177.

Orcasberro, M.S., Loza, C., Gere, J., Soca, P., Picasso, V., Astigarraga, L. (2021). Seasonal Effect on Feed Intake and Methane Emissions of Cow-Calf Systems on Native Grassland with Variable Herbage Allowance. *Animals*, 11, 882.

Tafernaberry, A., Savian, J., Kessler, J., Ciappesoni, G., Jaurena, M., Fernandez-Turren, G., De Barbieri, I. (2024). Using faecal nitrogen as a marker to estimate intake and digestibility in sheep fed multi-species native forage. *Animal Feed Science and Technology* 314, 115996.

Woodward, S.L., Waghorn, G.C., Laboyrie, P.G. (2004). Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduce methane emissions from dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 64.

Molano, G., Clark, H., Knight, T.W., Cavanagh, A. (2006) Methane emissions from growing beef cattle grazing hill country pasture. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 66.

Jones, F.M., Phillips F.A., Naylor T., Mercer, N.B. (2011). Methane emissions from grazing Angus beef cows selected for divergent residual feed intake. *Animal Feed Science and Technology* 166, 302–307.

Richmond, A.S., Wylie, A.R.G, Laidlaw, A.S., Lively, F.O. (2014). Methane emissions from beef cattle grazing on semi-natural upland and improved lowland grasslands. *Animal*, 9, 130–137.

Ryan, C., Pabiou, T., Purfield, D., Conroy, S., Kirwan, S., Crowley, J., Murphy, C., Evans, R. (2022). Phenotypic relationship and repeatability of methane emissions and performance traits in beef cattle using a GreenFeed system. *Journal of Animal Science* 100, 1-13.

Fresco, S., Boichard, D., Fritz, S., Lefebvre, R., Barbey, S., Gaborit, M., Martin, P. (2022) Comparison of methane production, intensity, and yield throughout lactation in Holstein cows.

Muetzel, S., Hannaford, R., Jonker, A. (2024). Effect of animal and diet parameters on methane emissions for pasture-fed cattle. *Animal Production Science*, 64, AN23049.

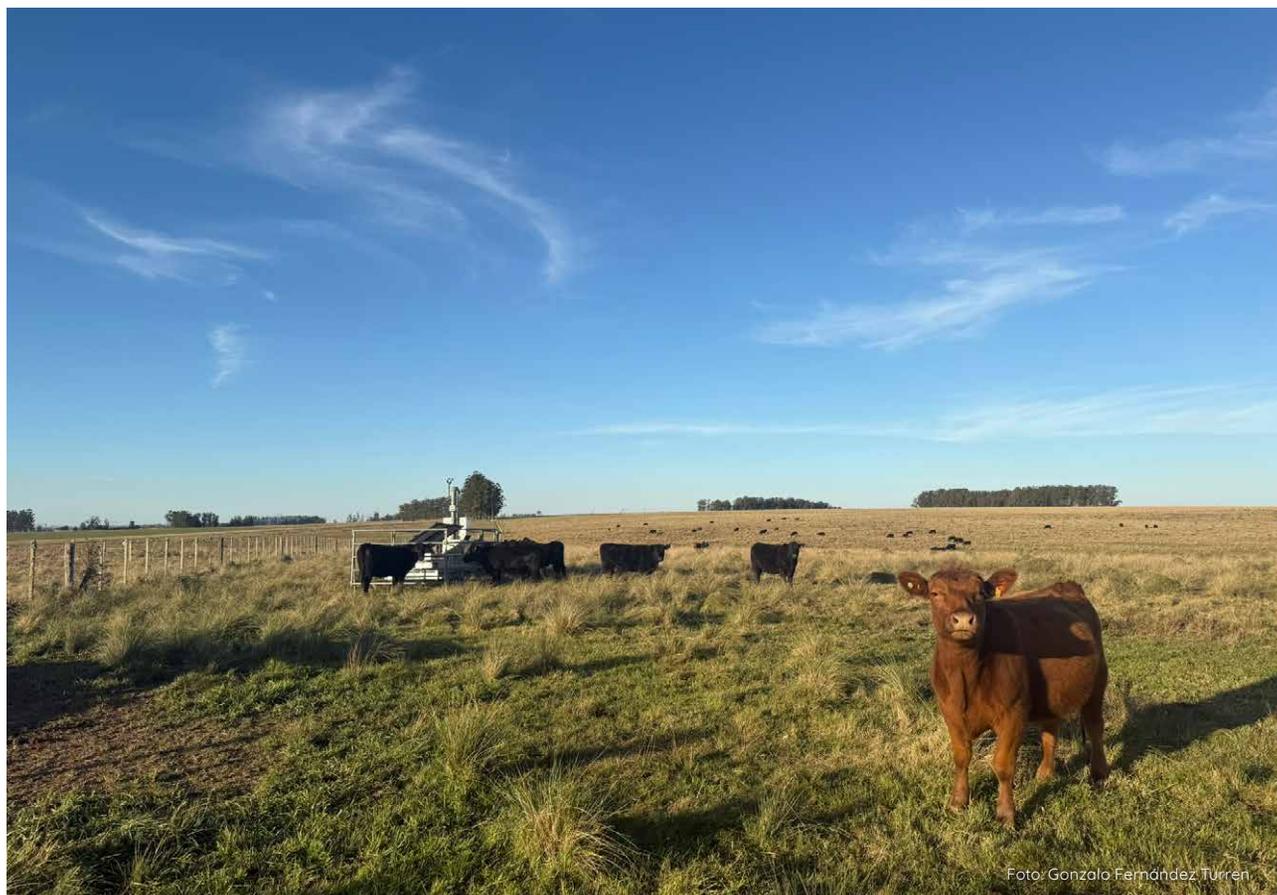


Foto: Gonzalo Fernández Turren

**Figura 4** - Monitoreo de emisiones de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> con unidades GreenFeed en vaquillonas pastoreando campo natural (Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres).



Foto: Luisina Mezquita

# GENÉTICA DE EFICIENCIA DE CONVERSIÓN – NÚCLEO INFORMATIVO HEREFORD DE INIA GLENCOE

Ing. Agr. PhD Thais Devincenzi, Téc. Agr. Pablo Cuadro,  
Ing. Agr. PhD Mario Lema, Ing. Agr. PhD Elly Navajas

Sistema Ganadero Extensivo

El Núcleo Informativo Hereford de Glencoe genera información que permitirá evaluar en condiciones de producción extensivas, el efecto de la mejora genética por eficiencia de conversión de alimento sobre el crecimiento y los aspectos reproductivos de las hembras.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia en el uso de los recursos es una de las claves para lograr una producción más sostenible, rentable y ambientalmente responsable. La eficiencia de conversión (EfC) es un indicador de la capacidad del animal en transformar alimento en producto. Una de las medidas utilizadas para medir EfC es el *Residual Feed Intake* (RFI), que representa la diferencia entre el consumo real de alimento de un animal y el consumo esperado, estimado en base a su peso, tasa de crecimiento y composición corporal (Navajas, 2022). Con esa medida, los animales

pueden ser clasificados como eficientes cuando consumen menos de lo esperado y como ineficientes cuando consumen más de lo esperado. El RFI es una medida de eficiencia que ha sido ampliamente estudiada y tiene particular interés en los programas de mejora genética dado su heredabilidad moderada y, sobre todo, su independencia respecto al tamaño y desempeño animal. La mejora de la EfC con base a RFI tiene potencial impacto en la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, especialmente en sistemas extensivos como los de Uruguay, los que son frecuentemente sometidos a períodos de baja disponibilidad de alimento (inviernos y sequías).



Foto: Luisina Mezquita

Ejemplares del Núcleo Informativo Hereford de Glencoe.

## INVESTIGACIÓN EN EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL GANADO PARA CORTE EN URUGUAY

A partir del año 2014 en el marco del proyecto “Mejora de la competitividad de la ganadería uruguaya por el desarrollo de nuevas herramientas genómicas que mejoren la eficiencia de alimentación y la calidad de canal de la raza Hereford”, se comenzaron a realizar estudios en eficiencia de conversión de alimento. A partir de ese inicio, se ha avanzado de manera significativa en la medición de EfC mediante RFI en animales de la raza Hereford, gracias al trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Sociedad de Criadores de Hereford del Uruguay (SCHU) y la Central de Pruebas de Kiyú. Desde entonces, se ha desarrollado una base sólida de datos fenotípicos y genómicos, con la incorporación de equipos para registro automático y frecuente del consumo individual de alimento y de emisiones de metano. Las mediciones se realizan en pruebas que duran 70 días, luego de un período de 28 días de adaptación a la dieta y a los comederos. Con esos registros, se realizan las pruebas de Eficiencia, en donde se calculan los RFI según los protocolos internacionales (Navajas y Perazza, 2024).

Uno de los hitos importantes de este proceso ha sido la generación del EPD genómico para RFI en la raza Hereford en Uruguay, disponible al público desde el año 2017 en el sitio [www.geneticabovina.com.uy](http://www.geneticabovina.com.uy). Este avance ha permitido a los criadores acceder a información objetiva y confiable sobre el mérito genético de sus animales en cuanto a eficiencia de conversión y, de esta forma, poder integrar esta característica en sus decisiones de selección y reproducción.

Además de la estimación del mérito genético para EfC, un aspecto crucial de la investigación ha sido el estudio de la asociación entre eficiencia de conversión y otras características de importancia económica, como la ganancia de peso, la calidad de canal y carne, la emisión de gases de efecto invernadero y, más recientemente, las características reproductivas.

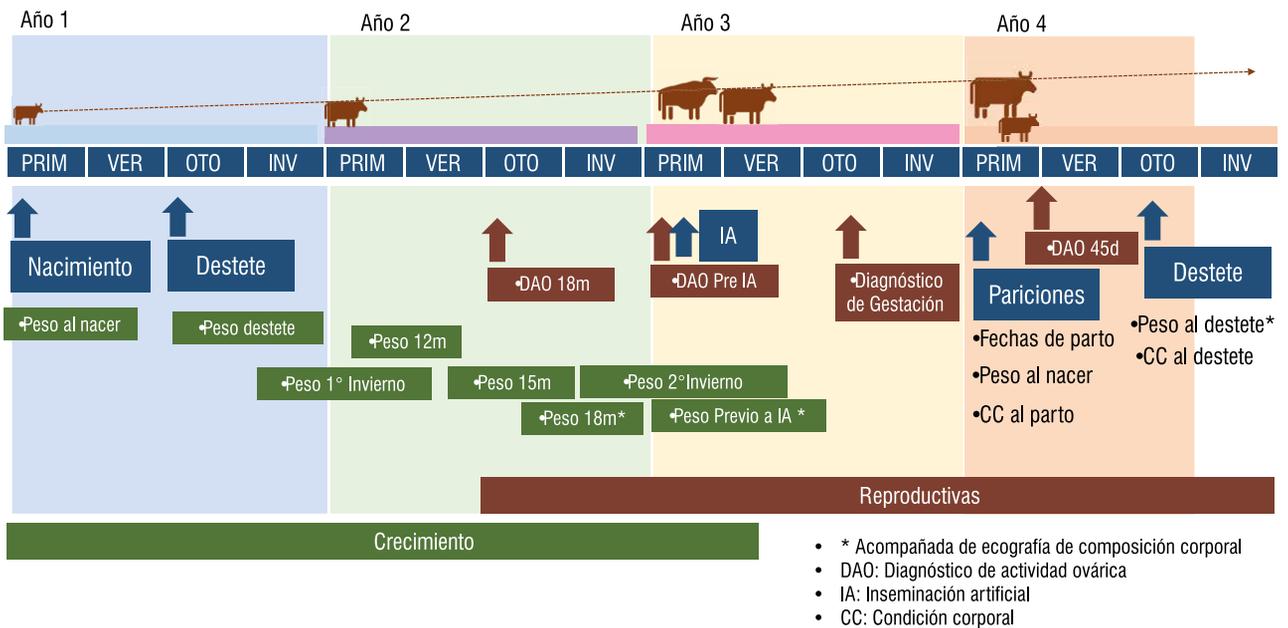
En los últimos diez años, diversos estudios nacionales han aportado información valiosa en este sentido. Se ha observado que los novillos más eficientes durante la fase de recría, evaluados por RFI, también mantienen esa eficiencia en la fase de engorde a corral, consumiendo entre un 18 % y un 20 % menos alimento que sus pares menos eficientes (Navajas, 2022), sin detectarse diferencias significativas entre los grupos de eficiencia en la calidad de canal ni en la carne, Luzardo *et al.*, 2024). Por último, se ha verificado que animales más eficientes emiten aproximadamente un 6 % menos de metano que los menos eficientes, un aporte relevante en un contexto de creciente preocupación por el impacto climático de la ganadería (Peraza *et al.*, 2023).

## EFICIENCIA DE CONVERSIÓN EN AMBIENTES PASTORILES

En 2019, con el objetivo de avanzar aun más en el conocimiento sobre la EfC y su relación con variables de difícil medición como la reproducción, se ha conformado el Núcleo Informativo (NI) en la Unidad Experimental de Glencoe. La conformación de este núcleo es fundamental para estudiar cómo se relaciona la mejora genética de la eficiencia de conversión de alimento con el desempeño productivo y reproductivo de hembras Hereford en condiciones representativas de la producción nacional.

El Núcleo Informativo cuenta con un rodeo experimental de 290 hembras destinadas a servicio (200 vacas y 90 vaquillonas). En el rodeo se generan progenies a partir de toros Hereford con mérito genético contrastante, seleccionados en base al EPD genómico para Eficiencia de Conversión de Alimento. El sistema de producción utilizado se basa predominantemente en campo natural asignado a las categorías adultas y campo natural mejorado con leguminosas (Lotus INIA Basalto), asignado a las categorías de recría (terneras y vacas de primera crías). Las vaquillonas de 1-2 años son recriadas con base a campo natural y complementado con verdeos invernales y suplementación estratégica durante períodos críticos como sequías o déficit forrajero.

Además de la estimación del mérito genético para EfC, un aspecto crucial de la investigación ha sido el estudio de la asociación entre eficiencia alimenticia y otras características de importancia económica, como la ganancia de peso, la calidad de canal y carne, la emisión de gases de efecto invernadero y, más recientemente, las características reproductivas.



**Figura 1** - Grupos de características, épocas de mediciones realizadas en el Núcleo Informativo de Glencoe.

Con relación al manejo reproductivo, se realiza el primer servicio a los 24 meses de edad, mediante inseminación artificial en vaquillonas, utilizando un protocolo de sincronización con prostaglandina seguido de inseminación a celo visto y repaso con toro. La vacas con cría al pie son servidas en monta natural con una relación toro-vaca de 2,5 % asignando un toro por grupo de 35-40 vacas y un periodo de servicio de 82 días (mín 73, máx 90), comprendido entre los meses de noviembre y febrero.

### ¿QUÉ SE REGISTRA?

Se registran las variables de crecimiento de las hembras como peso al nacer, peso al destete, peso al invierno post-destete, peso a los 12, 15 y 18 meses, peso al final del segundo invierno y a los 24 meses (este último previo al protocolo de inseminación artificial). También se realiza el seguimiento de la composición corporal por ultrasonografía (espesor de grasa subcutánea y área de ojo de bife) a los 18 y 24 meses, así como a lo largo de la vida de la hembra previo al parto, previo al servicio y al destete.

Hasta el presente, para las variables de crecimiento, el núcleo informativo de Glencoe cuenta con un conjunto de datos completos de 499 hembras nacidas entre los años de 2017 y 2022.

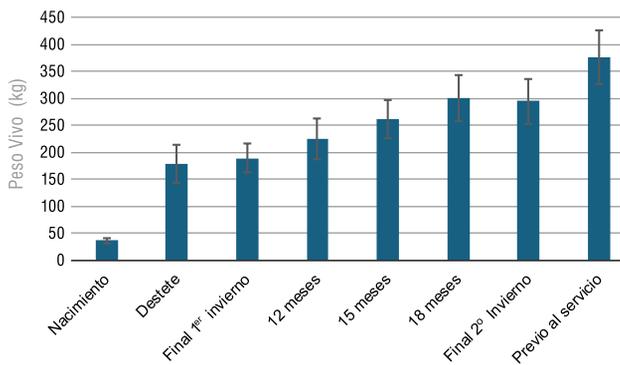
En cuanto a las variables reproductivas, se evalúan la actividad ovárica por ecografía a los 12, 15, 18 y 24 meses, tasas de preñez, tasa de preñez por inseminación artificial y tasa de preñez al segundo servicio. La evaluación de actividad ovárica se realiza mediante la clasificación del tamaño máximo de los folículos ovarianos y la detección o no de cuerpo lúteo previo al inicio del protocolo de inseminación artificial (IA). A los 45 días después de finalizado el servicio se realiza el diagnóstico de gestación.

### ¿QUÉ VOLUMEN DE DATOS TENEMOS Y QUÉ HEMOS OBSERVADO?

Hasta el presente, para las variables de crecimiento, el núcleo informativo de Glencoe cuenta con un conjunto de datos completos de 499 hembras nacidas entre 2017 y 2022. En total, son 286 hembras hijas de 19 toros clasificados como alta eficiencia de conversión (EPD=107,5, mín=102, máx =116,5) y 213 hembras hijas de 11 toros de baja eficiencia de conversión (EPD=92,1, mín=78,4, máx=97,3). Para las variables reproductivas, el núcleo cuenta con un conjunto de datos completos de 419 hembras nacidas entre 2017 y 2021. De estas, 243 son hijas de 13 padres clasificados como de alta eficiencia y 176 son hijas de nueve padres clasificados como de baja eficiencia.

Los análisis de las variables de crecimiento no han demostrado efecto del grupo de eficiencia del padre.

En la Figura 2 se presentan los pesos promedios y desvío standard obtenidos en cada etapa clave en la vida de las hembras.



**Figura 2** - Pesos promedio y desvío standard (kg) registrados en el conjunto de datos de variables de crecimiento del Núcleo Informativo de Glencoe (Generaciones 2017-2022; n=499).

## ¿CÓMO SEGUIMOS?

El Núcleo Informativo de Glencoe continúa acumulando información sistematizada del rodeo, lo que permitirá desarrollar estudios de asociación cada vez más robustos entre la eficiencia de conversión de alimento y las principales características productivas y reproductivas en condiciones de pastoreo.

El Núcleo Informativo de Glencoe continúa acumulando información que permitirá desarrollar estudios de asociación cada vez más robustos.

## BIBLIOGRAFÍA

LUZARDO, S.; DE SOUZA, G.; BRITO, G.; PERAZA, P.; CORREA, D.; NAVAJAS, E. Calidad de la canal y la carne, ¿es afectada por el consumo residual de alimento? *Actividades. Anuario Hereford Uruguay*, 2024, p.258-260.

NAVAJAS, E. I+D+I en genética de eficiencia de conversión: apuesta a la sostenibilidad ganadera. *Anuario Hereford Uruguay*, 2022, p.166-171.

PERAZA, P.; VELAZCO, J.I.; NAVAJAS, E. Avanzando en emisiones de metano: primeros resultados en el engorde a corral. *Anuario Hereford Uruguay*, 2023, p.148-150.



Foto: Luisina Mezquita

Además de las evaluaciones de crecimiento, se evalúa el desempeño reproductivo de la hembra a lo largo de su permanencia en el rodeo.



Foto: INIA

# USO DEL NITRÓGENO FECAL PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE FORRAJE EN OVINOS Y BOVINOS PASTOREANDO CAMPO NATURAL

Zoot. Dr. Jean V. Savian<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Ignacio de Barbieri<sup>1</sup>, Med. Vet. Dr. Eduardo B. Azevedo<sup>2</sup>, Ing. Agr. Dr. Martín Jaurena<sup>1</sup>, Med. Vet. Dr. Gilberto V. Kozloski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay

<sup>2</sup>Universidad Federal de Santa Maria, Brasil

Desde Uruguay y Brasil estamos trabajando para desarrollar estrategias que permitan estimar el consumo de forraje de ovinos y bovinos en campo natural, un aspecto fundamental para mejorar el manejo de los sistemas pastoriles y la producción animal. El nitrógeno fecal (Nf) se presenta como una herramienta con alto potencial para este fin. Además, nuestro modelo general es aplicable tanto para ovinos como para bovinos de carne.

## ¿POR QUÉ IMPORTA ESTIMAR EL CONSUMO?

Saber cuánto forraje consumen los animales es clave para tomar decisiones de manejo: conocer el balance entre requerimientos y consumo (por lo tanto respuesta productiva), ajustar la carga animal, planificar necesidades de suplementación (cantidad y

tipo) y optimizar el uso del campo natural. Sin embargo, estimar el consumo de forraje por los animales en sistemas extensivos es muy desafiante y complejo. Por eso buscamos indicadores indirectos para determinar el consumo, como el Nf, que puede ayudarnos a estimar con buena precisión la cantidad de pasto ingerido (Kozloski *et al.*, 2014).

## ¿QUÉ ES EL NF Y POR QUÉ PUEDE SER USADO PARA ESTIMAR EL CONSUMO?

El Nf total representa la suma del nitrógeno (N) endógeno excretado y del N proveniente del forraje ingerido que no fue aprovechado por el animal. La cantidad de Nf excretado tiene una relación lineal positiva con el consumo de materia orgánica (MO). Por lo tanto, midiendo la excreción de Nf (g/animal/día) se puede calcular el consumo de MO (g/animal/día).

### METODOLOGÍA UTILIZADA

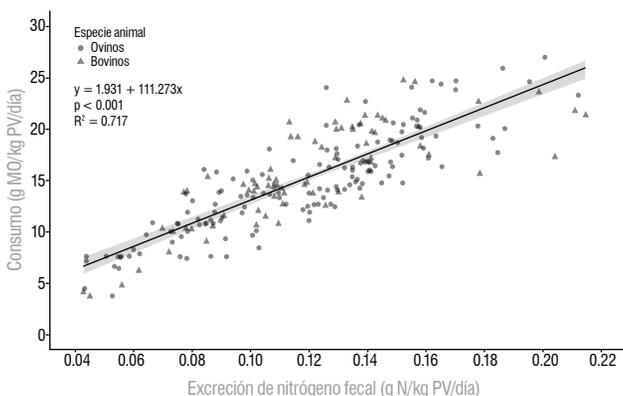
Para construir este modelo general:

- Se tomaron datos de 219 observaciones, 147 de ovinos (Corriedale y cruce Texel × Corriedale) y 72 de bovinos (Angus y Hereford), alimentados con forraje proveniente de campo natural, en ensayos realizados entre 2014 y 2022 en Brasil (Kozloski *et al.*, 2018; Azevedo *et al.*, 2024) y Uruguay (Tafernaberry *et al.*, 2024). El peso vivo (PV) de los animales fue de 273 ± 73 kg para los bovinos y 38 ± 9 kg para los ovinos, respectivamente.

- Los animales fueron alojados en jaulas de metabolismo, lo que nos permitió medir con precisión la cantidad de forraje consumida y la excreción total de heces de cada animal.

- Se tomaron muestras de heces para analizar su contenido de materia seca (MS), MO y N.

- Con esta información, ajustamos un modelo estadístico de regresión para relacionar la excreción diaria de Nf con el consumo de MO. Además, se evaluó la hipótesis de que una única ecuación podría ser utilizada para ambas especies, ovinos y bovinos.

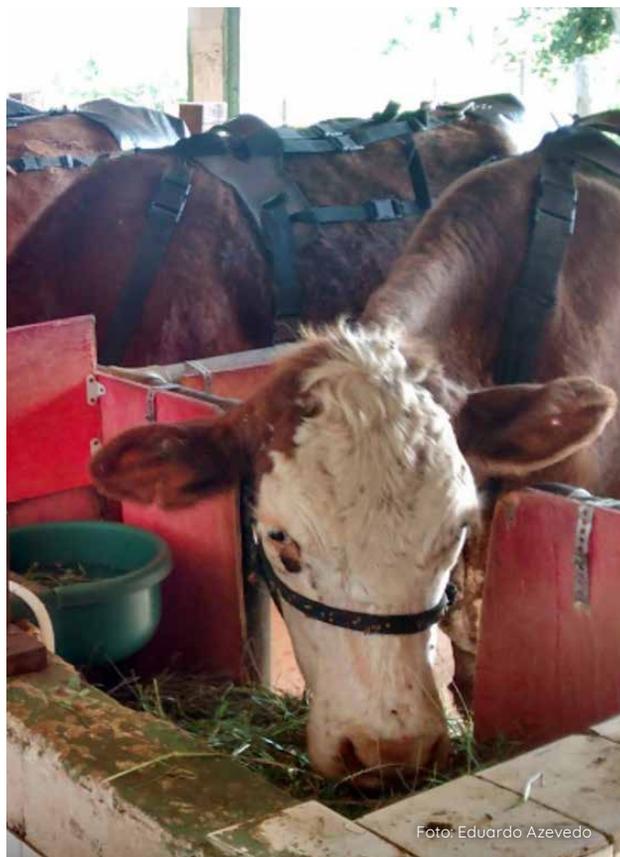


**Figura 1** - Relación entre la excreción de nitrógeno fecal (g N/kg PV/día) y el consumo de materia orgánica (g MO/kg PV/día) en ovinos y bovinos alimentados con forraje obtenido de campo natural del bioma Pampa.

El nitrógeno fecal es un indicador validado y confiable para estimar con precisión el consumo de forraje de ovinos y bovinos en campo natural.

### EL MODELO FINAL

El análisis de todos los datos (ovinos y bovinos) mostró una relación lineal positiva y robusta entre la excreción total de Nf (g N/kg PV/día) y el consumo de MO (g MO/kg PV/día) y que no hubo efecto de la especie animal, lo que indica que esa misma ecuación puede ser utilizada para ovinos y bovinos pastoreando campo natural (Figura 1; Savian *et al.*, 2025).



El nitrógeno fecal tiene el potencial de incorporarse en el futuro en modelos de apoyo para la toma de decisiones a nivel predial.

o diseñar planes de alimentación (suplementación, acceso a pasturas mejoradas), asegurando una producción eficiente, sostenible y cuidando el bienestar animal. Estos modelos, además de determinar el consumo de forraje, permitirán estimar también otros indicadores correspondientes al valor nutritivo del forraje como el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la MO.

La principal limitante del Nf para estimar el consumo en pastoreo es que requiere medir o estimar la excreción total diaria de N. Además, otro punto a ser tenido en cuenta es que se requieren protocolos de muestreo y análisis de laboratorio confiables.

#### BIBLIOGRAFÍA

Azevedo, E.B. *et al.* (2024). Nutritional characteristics estimated by faecal protein in cattle fed with heterogeneous natural grassland. *Animal Production Science* 64, AN22418.

Kozloski, G.V. *et al.* (2014). Faecal nitrogen excretion as an approach to estimate forage intake of wethers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98, 659–666.

Kozloski, G.V. *et al.* (2018). Faecal N excretion as an approach for estimating organic matter intake by free-ranging sheep and cattle. *The Journal of Agricultural Science* 156, 443–449.

Savian, J.V. *et al.* (2025). A general faecal nitrogen model for estimating intake in cattle and sheep fed multi-species native forage. *Proceedings of the 12th International Rangeland Congress* (1476–479).

Tafarnaberry, A.I. *et al.* (2024). Using faecal nitrogen as a marker to estimate intake and digestibility in sheep fed multi-species native forage. *Animal Feed Science and Technology* 314, 115996.

#### POTENCIAL Y LIMITACIONES

Hoy en día, tal como está diseñado, este modelo generado para ser utilizado con animales pastoreando campo natural del bioma Pampa, es una herramienta fundamental para el desarrollo de investigación en campo natural, ya que permite estimar el consumo de forraje por los animales en condiciones de pastoreo de manera indirecta y precisa, y relativamente sencilla en investigación. Por lo tanto, en la actualidad, su utilización permitirá levantar una restricción de los estudios experimentales que evalúan diferentes estrategias de manejo del campo natural, que es estimar el consumo de forraje en condiciones de pastoreo.

Es posible que en el futuro este enfoque forme parte de modelos de apoyo para la toma de decisiones a nivel predial, por ejemplo, para ajustar la carga animal



Foto: Ana Inés Tafarnaberry



Foto: Rocío Martínez

# CATÁLOGO DE PRÁCTICAS PARA PROMOVER LAS TRANSICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL SISTEMA LECHERO: ¿qué prácticas podemos adoptar?

Ing. Agr. Rocío Martínez<sup>1,2</sup>, Ing. Agr. Dra. Amalia Panizza<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Georgina García Inza<sup>1</sup>, DMV PhD Tatiana Morales<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD José Paruelo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>INIA

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica (UTEC)

<sup>3</sup>Universidad de Buenos Aires

La nueva publicación incluye 38 prácticas agronómicas y culturales agrupadas en seis familias que permitirán iniciar o profundizar las transiciones agroecológicas.

## ¿QUÉ SE ENTIENDE POR AGROECOLOGÍA?

La agroecología puede ser entendida como: un movimiento social o político, una disciplina científica o una práctica agronómica. Tiene distintas acepciones, todas ellas igual de valiosas. Sin embargo, es importante reforzar la perspectiva institucional del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), que considera a la agroecología como la aplicación de principios y conceptos ecológicos al diseño y manejo de agroecosistemas más sostenibles. También

es importante mencionar que cuando pensamos en sostenibilidad de los sistemas de producción, nos referimos a lo que ocurre en tres aspectos fundamentales: el social, el ambiental y el económico.

## ¿CÓMO SURGE ESTE CATÁLOGO?

En el marco del Proyecto Sistemas Agroecológicos y Resilientes en Uruguay, liderado por la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, INIA ha sido convocado

para acompañar el proceso. El objetivo general del proyecto es fortalecer las capacidades institucionales para mejorar las políticas públicas en temas de cambio climático y transición agroecológica. En esta colaboración se han planteado diversas acciones entre las que podemos mencionar la elaboración de documentos técnicos, el acompañamiento de técnicas/os y productoras/es interesados en transitar hacia la agroecología y el seguimiento de predios "foco". Es así como se generan tres catálogos de prácticas para promover las transiciones agroecológicas (sistemas lechero, ganadero y vegetal intensivo). En este artículo, se presentará y describirá brevemente el "Catálogo de Prácticas para promover las Transiciones Agroecológicas en el Sistema Lechero". Para su elaboración se contó con el aporte de referentes de distintas instituciones, y se concibe como un documento dinámico, en continua construcción y actualización, que busca ser un punto de partida y orientar sobre algunas prácticas y/o manejos relacionados con la agroecología.

## CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN URUGUAY

La lechería en el Uruguay ha mostrado un proceso de intensificación sostenido en los últimos años. Este comportamiento se explica a través de la ocurrencia de distintos procesos: la producción nacional aumentó, mientras que la tasa de reducción en el número de explotaciones se mantuvo constante, provocando de esta manera la permanencia de sistemas de producción de mayor escala. Por otro lado, se produjeron aumentos de la producción individual debidos principalmente a la mayor utilización de suplementos en las dietas y mejoras en las prácticas de alimentación. También se observa un aumento moderado en la carga animal. Este proceso ha permitido sostener y potenciar la producción sin necesidad de expandir la superficie, pero plantea nuevos desafíos. Empiezan a cobrar cada vez más importancia los efectos de la producción sobre el ambiente y los recursos naturales. En los tambos predomina el trabajo familiar y surge la necesidad de incrementar la cantidad de personas con mayor formación técnica. La implementación de las prácticas sugeridas en el Catálogo permite mejorar la sostenibilidad de los sistemas y plantea oportunidades para atender estos crecientes desafíos.

## SOBRE EL CATÁLOGO

Para este Catálogo se toman como punto de partida el listado de prácticas revisadas y acordadas por el Comité de Transiciones Agroecológicas del Sistema Lechero. Se trata de prácticas que tienen efectos positivos validados por la investigación y la experiencia del sector productivo las/os productoras/es sobre las distintas dimensiones asociadas a las transiciones agroecológicas (social, ambiental y económica). También se incorporan prácticas promisorias, sobre las que aún queda un camino por recorrer en términos de validación.

## FAMILIAS DE PRÁCTICAS

Las prácticas fueron divididas en "familias" de manera de poder sistematizar la información. Se presentan en formato de fichas con una breve descripción, las dimensiones que abarcan, los procesos sobre los que impactan y la bibliografía generada en el país. Se trata de prácticas principalmente agronómicas y algunas prácticas de gestión, debido al impacto que estas últimas presentan a nivel predial. A continuación, se presentan las familias y las principales prácticas asociadas:

### Familia: Perennización de la base forrajera

Incluye prácticas tendientes a disminuir la dependencia de cultivos anuales y promover las praderas de larga duración, permitiendo maximizar la producción de forraje en el establecimiento.

### Prácticas:

- Diseño de rotaciones de alta producción de biomasa forrajera en base a praderas de larga duración (cinco años o más).

Es clave trabajar en mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción considerando los aspectos sociales o humanos, ambientales y económicos.

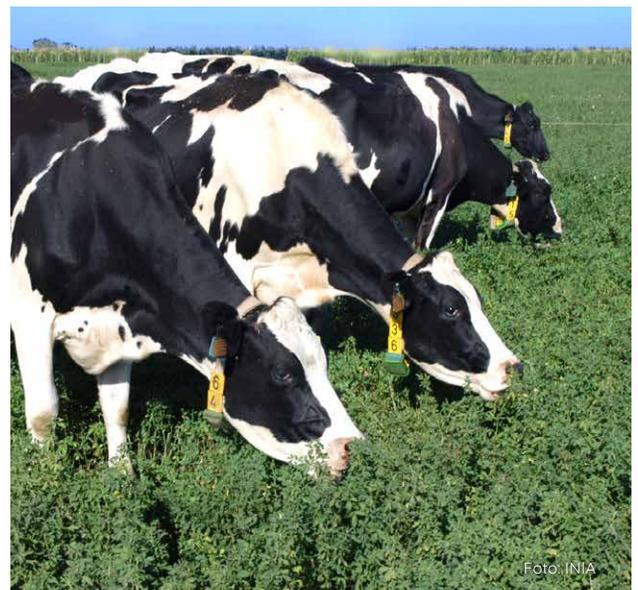


Foto: INIA

Vacas en ordeño en predio que implementa el manejo de pastoreo sistematizado 3R.

- Incorporación de leguminosas de bajos requerimientos de nutrientes (ej. fósforo), alta fijación simbiótica del N, persistentes, fácil manejo y bajos problemas de meteorismo.
- Incorporación de especies nativas domesticadas por la investigación nacional, que cubran deficiencias de cantidad/calidad para la alimentación animal y/o que recuperen áreas degradadas por sobrepastoreo y/o agricultura.
- Manejo del pastoreo sistematizado (por hojas o stock) y con remanente objetivo.
- Criterios para la confección de reservas de pradera en cantidad y calidad.
- Intersiembrado de praderas.
- Uso de cultivos de servicio en la rotación (que favorezcan la reducción o reemplazo del uso de herbicidas, entre otros).
- Manejo integrado de malezas, enfermedades y plagas de implantación y mantenimiento de praderas.

## Familia: Optimización del reciclaje de nutrientes y reducción de salidas indeseadas

Incluye prácticas que promueven la reutilización y mejora en la eficiencia en el uso de nutrientes y que minimizan su llegada a ambientes en donde se generan procesos de contaminación puntual (cursos de agua, napas subterráneas, etc.).

### Prácticas:

- Protección de zonas riparias.
- Diseño e implementación de cultivos “trampa” (zonas de amortiguación o “buffer”).

El manejo del pastoreo 3R es una tecnología de procesos de baja necesidad de inversión pero que tiene múltiples beneficios. Entre otros, podemos mencionar que reduce los costos de alimentación, disminuye la dependencia de insumos externos y mejora la circularidad de nutrientes en el predio.

- Instalación de agua de bebida en la parcela de pastoreo.
- Instalación de sistema de gestión de efluentes para sala de ordeño, aledaños y área de alimentación.
- Aplicación agronómica de efluentes líquidos y semisólidos.
- Aplicación de nutrientes en base a análisis de suelo y niveles críticos (ajuste por requerimientos y fraccionamiento de la dosis).
- Incorporación de leguminosas en praderas y cultivos anuales y bioinsumos para aumentar la fijación de nitrógeno.
- Reducción del uso de concentrados (importados al sistema).
- Compostaje de residuos de cama de animales o de la alimentación.
- Uso de subproductos de otras cadenas como alimento (sin otro destino comercial).



Foto: Alejandro La Manna

Vista aérea de tambo. Se pueden apreciar componentes del sistema de gestión de efluentes.



Foto: INIA

La importancia del cuidado y la promoción de la biodiversidad.

### Familia: Promoción de la biodiversidad

Incluye prácticas que promueven la conservación del campo natural, del bosque nativo y de los paisajes asociados a cursos de agua.

- Protección de áreas de monte y pastizal nativos, favoreciendo la conectividad de fauna.
- Eliminación de especies exóticas invasoras.
- Plantación de árboles para sombra o abrigo con especies nativas de la región y multi específicos.
- Reducción (o eliminación) del uso de insecticidas.
- Restauración ambiental de áreas degradadas (bajos, zonas ribereñas, potreros degradados).

### Familia: Mejora del bienestar animal

Incluye prácticas tendientes a mejorar el bienestar de las vacas.

#### Prácticas:

- Uso racional de zoterápicos y terapias alternativas.



Foto: Rocio Martínez

Vacas en ordeño descansando en adecuadas condiciones de bienestar animal. Se observa el acceso a sombra artificial, la disponibilidad de agua de bebida y una superficie de terreno libre de barro.

El bienestar animal implica distintos aspectos. Promover y garantizar el bienestar animal es fundamental para mejorar las condiciones de trabajo de las personas y maximizar la producción.

- Provisión de sombra al ganado en cantidad suficiente.
- Provisión de agua en cantidad y calidad suficiente.
- Mejora de las condiciones de caminería.
- Infraestructura de alimentación para confort animal y reducción de pérdidas.
- Manejo de la salud de la ubre.

### Familia: Mejora de la salud del suelo

Incluye prácticas tendientes a mejorar la estructura, la microbiota y todos los aspectos que hacen a la salud del suelo.

#### Prácticas:

- Sistematización de potreros en base a curvas de nivel y manejo por ambientes.
- Diseño de rotaciones con alta proporción de pasturas respecto a cultivos y verdesos.
- Cuidado de zonas de desagüe y áreas ribereñas.
- Evitar pastoreo en suelo demasiado húmedo.
- Laboreo mínimo (como objetivo en relación a la línea de base del establecimiento).
- Uso de cultivos de servicio.



Foto: Rocio Martínez

Terneritas en guachera en condiciones adecuadas de bienestar animal. Se observa que es colectiva, lo que permite la interacción social y la expresión de su comportamiento natural. También se observa que tienen acceso a sombra, reparo y a terreno libre de barro.

## Familia: Mejora del bienestar de las personas

Incluye prácticas tendientes a mejorar la gestión de la empresa y la calidad de las personas involucradas en el sistema de producción.

- Organización del trabajo para mantener o aumentar el tiempo libre de la familia (propietarios y equipo de trabajo).
- Planificación empresarial, intrafamiliar e intrageneracional.
- Contribuir a aumentar o reforzar la participación en redes y equipo de trabajo.

## CONCLUSIONES

El “Catálogo de Prácticas para promover las Transiciones Agroecológicas en el Sistema Lechero” lista y ordena diferentes prácticas y tecnologías que buscan promover la discusión y la difusión de alternativas de manejo que contribuyan a promover transiciones agroecológicas en sistemas lecheros.



Productoras/es y técnicas/os en una recorrida de campo compartiendo conocimientos y experiencias.

Es fundamental repensar los sistemas y definir objetivos teniendo en cuenta el bienestar de las personas.

Tenemos que seguir co-creando y trabajando juntas/os para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción.

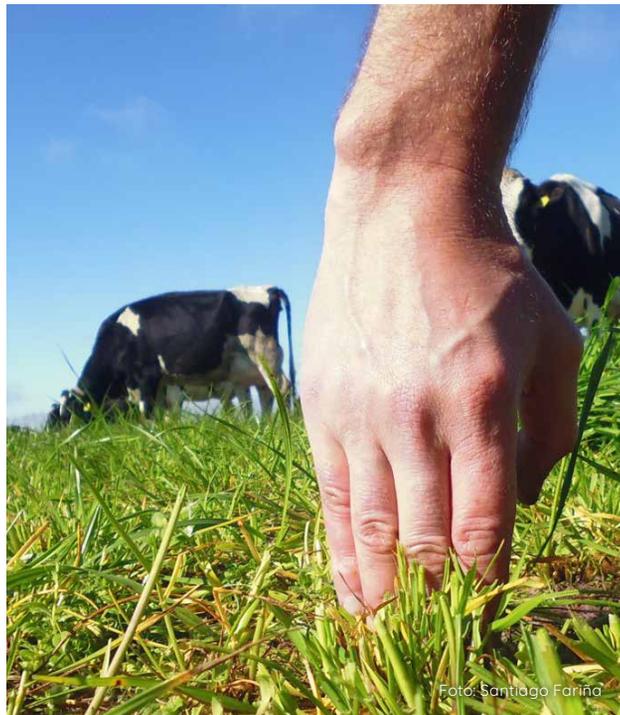


Foto: Santiago Farina

Se observa un remanente adecuado de pastoreo según sistema 3R. El remanente debe ser de unos 5 cm entre matas de rechazo.

Este Catálogo no pretende ser exhaustivo, sino un disparador de un proceso de revisión continua y co-creación de nuevas herramientas para promover las transiciones agroecológicas.

La investigación científica junto a la experiencia y saberes de los productores deberán seguir avanzando para generar información que permita mejorar la performance ambiental, económica y social de los sistemas agropecuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García-Inza, G., Paruelo, J. y R. Zoppolo (Eds). (2023). Aportes Científicos y Tecnológicos del INIA - Uruguay a las Trayectorias Agroecológicas. Ediciones Ciccus. Disponible en: <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/Aportes-cientificos-y-tecnologicos-del-INIA-a-trayectorias-agroecologicas.pdf>



Foto: Plataforma de Salud Animal

Ingryd Merchoratto realizando actividades en el laboratorio de virología.

# LA PLATAFORMA DE SALUD ANIMAL SE FORTALECE CONTRA NUEVAS ENFERMEDADES

DMV. MSc. PhD Alejo Menchaca  
Coordinador de la Plataforma de Investigación en Salud Animal

En este último año se conformó el nuevo laboratorio de virología

En el marco de los objetivos planteados en el Plan Estratégico Institucional (PEI), y particularmente en el área transversal de Salud animal de INIA, de “minimizar las pérdidas económicas causadas por enfermedades que afectan los sistemas de producción, disminuir la frecuencia o erradicar zoonosis relevantes para la salud pública, prevenir las enfermedades transmitidas por los alimentos de origen animal y proteger al país del impacto que puede causar la introducción de enfermedades transfronterizas, exóticas, emergentes o reemergentes”, se incorporaron en el último año dos especialistas en virología veterinaria: la Dra. Ingryd Merchoratto y la Dra. María Barrandeguy. Esta incorporación constituye un aporte importante en un área crítica: las enfermedades producidas por virus, su diagnóstico, distribución, prevención y control.

La Dra. Ingryd Merchoratto obtuvo su título de veterinaria en Brasil y se encontraba trabajando en la Universidad de Oklahoma en EEUU, posee una amplia formación en la especialidad de virología con título de Maestría y de Doctorado (PhD) obtenidos en los últimos años. La Dra. María Barrandeguy es referente en el área de virología con una muy destacada carrera desempeñada en INTA Argentina, habiendo recibido su formación científica como PhD en enfermedades virales con amplia experiencia desarrollada en varios países. Ambas investigadoras se suman entonces, al equipo de trabajo conformado por

investigadores especialistas en patología, epidemiología, bacteriología, biología molecular, parasitología, reproducción y biotecnología, que generan información valiosa e innovadora para ser transferida de manera efectiva al sector agropecuario.

Ambas investigadoras se han incorporado al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de la ANII, que requiere una rigurosa evaluación y representa el principal indicador del nivel de los investigadores de Uruguay. También ingresaron por evaluación de méritos como investigadoras al Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), así como al Núcleo de investigadores del Posgrado (NIP) de la Facultad de Veterinaria (PPFV). Estos reconocimientos reflejan la excelencia científica de las investigadoras recién ingresadas en INIA.

La Plataforma de Investigación en Salud Animal de INIA impulsa conocimiento y tecnologías para enfrentar los principales desafíos sanitarios de la ganadería en Uruguay. Para lograr su misión y visión de futuro, su mayor fortaleza debe estar centrada en el capital humano con investigadores que posean el mayor nivel internacional. En particular, el fortalecimiento del área de virología que estamos impulsando será estratégico para consolidar el liderazgo de Uruguay en ciencia e innovación aplicada a nuestra ganadería.

## ¿SON IMPORTANTES LAS ENFERMEDADES VIRALES EN EL GANADO EN URUGUAY?

MV. MSc. PhD Ingrid Merchioratto, MV. PhD María Barrandeguy, DMV. MSc. PhD. Alejo Menchaca

Plataforma de Investigación en Salud Animal

Las enfermedades virales en bovinos y ovinos producen, severas pérdidas económicas asociadas a mortalidad de animales, fallas reproductivas, descenso de la producción de leche y ganancia de peso, interferencia con la exportación de productos y subproductos, contribuyen al desarrollo de resistencia a los antimicrobianos por el uso excesivo de medicamentos, así como impacto negativo en el bienestar animal. Tienen un alto impacto en el acceso a mercados tanto de productos de origen animal como de animales en pie, y generan graves restricciones al comercio internacional. Adicionalmente, en algunos casos, se trata de infecciones transmisibles a los seres humanos.

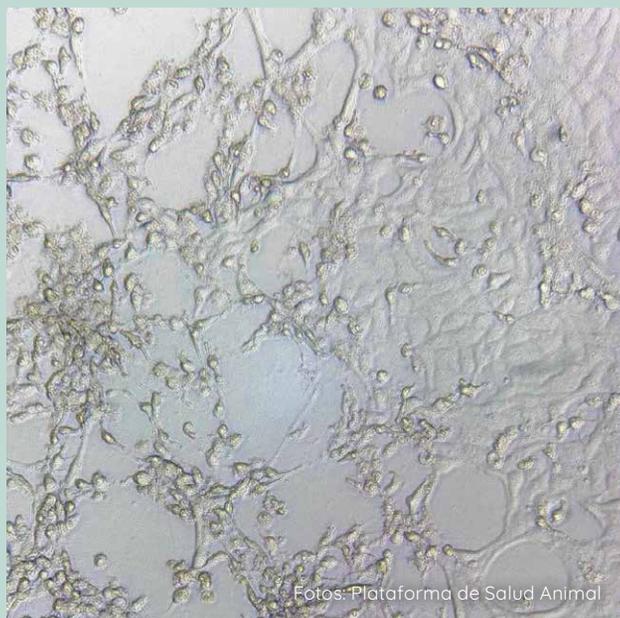
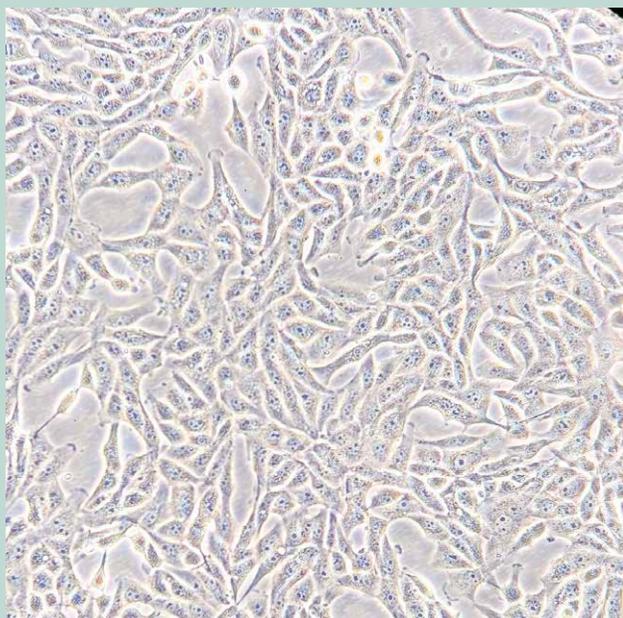
Un aspecto muy importante para estudiar el impacto de estas infecciones virales a nivel regional es contar con capacidad de diagnóstico, para ello se incorporaron en la PSA nuevas técnicas, tanto moleculares como de virología clásica. Si se tiene en cuenta que los virus dependen de células vivas para su multiplicación (reproducción), un aspecto muy importante es el manejo de cultivos celulares. Por esta razón, desde hace unos meses se está trabajando con dos líneas celulares, la MDBK (Madin Derby Bovine Kidney) y la VERO (células derivadas de riñón de mono verde africano).



Foto: Plataforma de Salud Animal

Actividades en terreno, Unidad Experimental La Magnolia.

En estos cultivos celulares se realiza el aislamiento de cepas virales que afectan al ganado y también la evaluación de la inmunidad mediada por anticuerpos utilizando la técnica de seroneutralización. Otra herramienta muy importante que se puso en marcha es el diagnóstico por métodos moleculares basados en PCR (reacción en cadena de la polimerasa). Hasta el momento se han incorporado ensayos de PCR en tiempo real (qPCR) para el diagnóstico del virus de



Fotos: Plataforma de Salud Animal

Células MDBK no infectadas (izquierda) y células MDBK infectadas por virus de DVB (derecha).

la diarrea viral bovina (BVDV), herpesvirus bovino 1 (BoHV-1) y herpesvirus bovino 5 (BoHV-5), virus respiratorio sincial bovino (BRSV), polyomavirus bovino (BoPyV-1), virus parainfluenza bovina 3 (PI3), rotavirus bovino (BRV) y coronavirus bovino (BCoV). Estos virus causan enfermedades abortígenas y otras fallas reproductivas, enfermedades respiratorias, gastrointestinales y neurológicas en bovinos y ovinos. Conocer la causa de estas enfermedades o de los síndromes clínicos que ocasionan es de importancia crítica para la toma de decisiones relativas a tratamientos y a la prevención, como la utilización de vacunas apropiadas. El diagnóstico es también esencial para implementar medidas de control a nivel de predios, regiones o del país en general, como se ha realizado con una enfermedad viral conocida por todos como la fiebre aftosa.

Las infecciones virales y sus efectos negativos en la producción ganadera son áreas específicas de proyectos de investigación actualmente en desarrollo en la PSA. Uno de ellos, bajo la responsabilidad de la Dra. Caroline da Silva Silveira, se focaliza en el impacto de la leucosis bovina en vacas y su transmisión en terneros. Paralelamente, otro proyecto, que tiene como tema principal la cuantificación de las pérdidas de gestación y la identificación de factores de riesgo en la cría bovina, cuyo responsable es el investigador Dr. Federico Giannitti, tiene entre los objetivos parciales, determinar y dimensionar la participación de las infecciones virales,

Conocer la causa de estas enfermedades o de los síndromes clínicos que ocasionan es de importancia crítica para la toma de decisiones relativas a tratamientos y a la prevención, como la utilización de vacunas apropiadas.

como la diarrea viral bovina, el herpesvirus bovino y el polyoma virus bovino en dichas pérdidas reproductivas. Del mismo modo, las infecciones virales son parte del proyecto salud y reproducción en la vaca lechera, que tiene como responsable al Dr. Gustavo Gastal y también en el de determinación de las causas de aborto y muerte perinatal de terneros en el norte y noroeste de Uruguay liderado por la Dra. Cintia Rego del CENUR Norte (Udelar). Es también de destacar que mediante metodología propia del laboratorio de virología se puede evaluar la respuesta del sistema inmune a las vacunas; en la actualidad la PSA colabora activamente en un proyecto de desarrollo y evaluación de nuevas vacunas de importancia económica en Uruguay cuyo responsable es el investigador Dr. Alejandro Chabalgoity del Instituto de Higiene de la Facultad de Medicina de Udelar.



Foto: Plataforma de Salud Animal

Profesor Juergen Richt y participantes del curso de posgrado “Enfermedades virales emergentes y transfronterizas de los animales”.



Actividad de laboratorio durante el curso de posgrado “Enfermedades virales emergentes y transfronterizas de los animales”.

Además de las actividades mencionadas, se trabaja particularmente en la infección/enfermedad diarreica viral bovina (DVB), que produce severas pérdidas económicas en la ganadería bovina de Uruguay. La demanda de alternativas para disminuir el impacto negativo de esta enfermedad, por parte de algunos productores de la región, motivó la implementación de un programa de control de DVB que consiste en la separación de los animales infectados, los que son enviados a faena, y la instauración de medidas de bioseguridad, con resultados hasta el momento muy satisfactorios.

En el contexto de la importancia que tienen las enfermedades virales y su potencial impacto en la ganadería y otras producciones en Uruguay, se desarrolló, entre los días 23 y 27 de junio del corriente año, en las instalaciones de la Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA) de INIA La Estanzuela, el curso de posgrado titulado “Enfermedades virales emergentes y transfronterizas de los animales. Bases biológicas y moleculares para su diagnóstico, monitoreo y control”. Esta actividad fue organizada por la PSA en el marco de contribución a los programas de posgrados nacionales de la Udelar, y promocionada, tanto por el Programa de Posgrado de Facultad de Veterinaria, como por el de PEDECIBA. El programa se enfocó en enfermedades emergentes y transfronterizas que son de alto riesgo y muy fuerte impacto económico a nivel global, siempre bajo el enfoque de Una Salud. Es de destacar que se contó con la participación de especialistas muy reconocidos a nivel internacional como los Dres. Juergen Richt y Natasha Gaudreault de la Universidad de Kansas, y de Udeni Balasuriya y Mariano Carossino de la Universidad de Louisiana. También ofrecieron clases magistrales, los Dres. Pablo Fresia y Cecilia Salazar de la Unidad Mixta Pasteur INIA, y Victoria Iriarte del MGAP y de la Facultad de Veterinaria de la Udelar. Por parte de la PSA participaron como organizadores,

La capacitación permanente, con apertura a la comunidad científica de Uruguay en general es parte de la preparación necesaria para desafíos potenciales futuros como las enfermedades emergentes y transfronterizas.

profesores y colaboradores: María Barrandeguy, Martín Fraga, Alejo Menchaca, Ingrid Merchoratto, Federico Giannitti, Raissa Moreira, Ludmila Slimovich, Marina Maurente, Laura Casaux y María Cúneo. Recibieron esta capacitación varios integrantes de la PSA y otros 11 asistentes provenientes de los dos programas de posgrado nacionales (Facultad de Ciencias y Facultad de Veterinaria), de Argentina, e integrantes del área de virología del DILAVE, MGAP siendo de utilidad también para las funciones de las autoridades sanitarias oficiales.

En suma, con el fortalecimiento de esta disciplina en la Plataforma de Investigación en Salud Animal de INIA, Uruguay cuenta con nuevas herramientas para estudiar y combatir las enfermedades virales a nivel local y regional. Además, esta capacidad renovada posiciona al país como un referente en la generación de conocimiento y en la búsqueda de soluciones innovadoras con impacto internacional, lo cual resulta de enorme valor para el sector productivo nacional y para todas las cadenas vinculadas a la producción ganadera.



Foto grupal de participantes y docentes durante el curso de posgrado “Enfermedades virales emergentes y transfronterizas de los animales”.



Foto: Alejandro Mendoza

# ¿CUÁNTO SE PIERDE EN EL TAMBO POR CADA ABORTO CAUSADO POR NEOSPOROSIS BOVINA?

MV. MSc. Miguel Carrillo Parraguez<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Alejandro Mendoza<sup>2</sup>, Ing. Agr. MBA Eduardo Ponssa<sup>3</sup>, MV. PhD Federico Giannitti<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Sistema Lechero, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Tandil, Argentina.

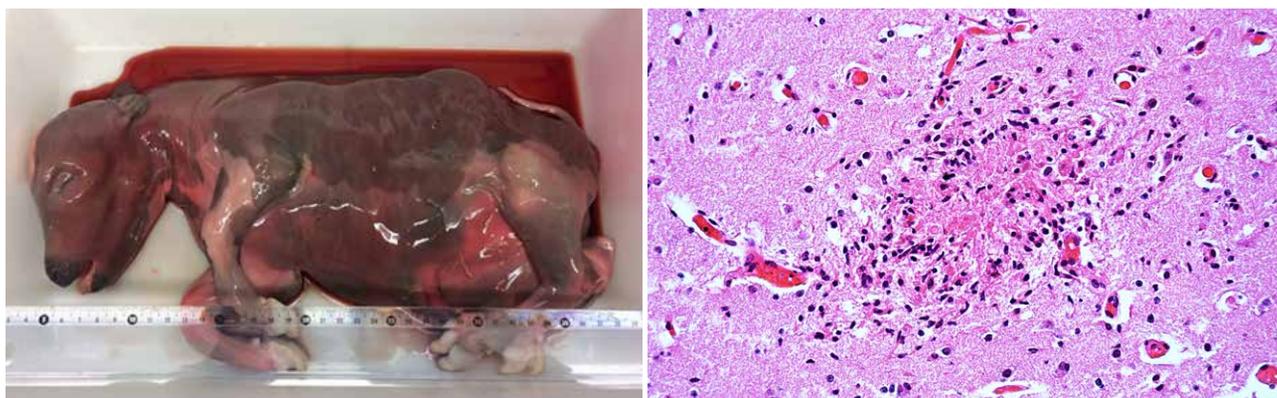
<sup>1</sup>Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

La neosporosis es una enfermedad de distribución mundial que actualmente no tiene tratamiento medicamentoso efectivo, y que causa pérdidas productivas y económicas importantes para los productores.

En el marco de las oportunidades productivas y comerciales que Uruguay posee frente a sus competidores, es fundamental detectar los factores que amenazan el crecimiento de la producción láctea nacional, considerando que aproximadamente 70 % de la leche producida en el país es exportada. En este escenario, tanto la mortalidad de terneras como las pérdidas reproductivas tienen un impacto negativo en el crecimiento de los rodeos y la producción láctea futura,

afectando la capacidad de reposición de hembras y el progreso genético del rodeo. Las enfermedades animales afectan el proceso de transformación de los recursos, lo que resulta en un uso adicional de estos o en la generación de menos productos. En general, las enfermedades reproductivas generan efectos negativos importantes en la cadena láctea. Estas enfermedades producen pérdida de terneros, abortos y disminución de la producción, y también un aumento de los costos

\*Dirección actual: Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andrés Bello, Concepción, Chile.



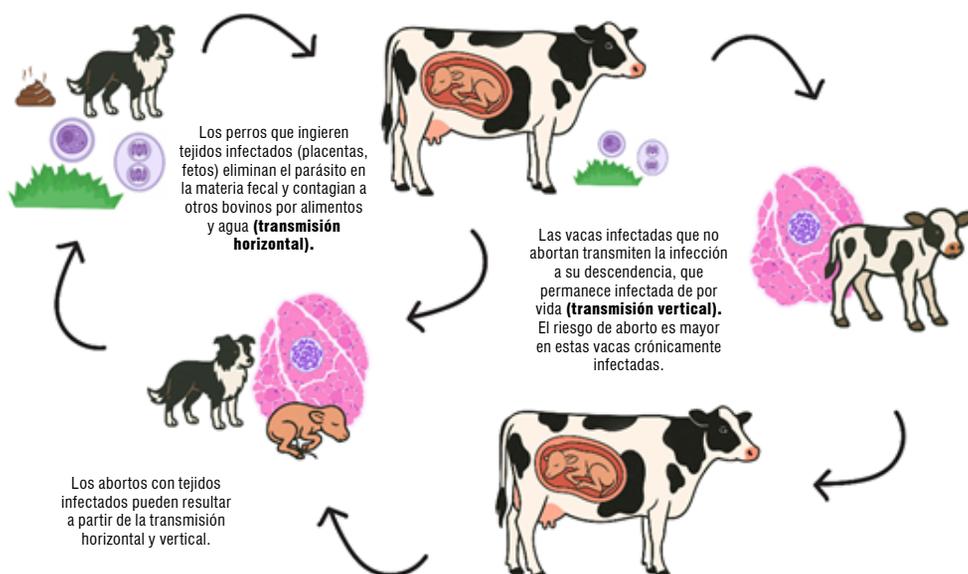
**Figura 1** - Feto Holstein abortado por neosporosis en el segundo trimestre de gestación (imagen izquierda). El protozooario causa lesiones típicas en el cerebro que pueden ser observadas al microscopio mediante histopatología (imagen derecha), al centro hay un área rosada oscura con pérdida de la arquitectura normal del tejido cerebral y células inflamatorias rodeándola (encefalitis necrotizante).

de mantención de animales en etapas improductivas, gastos adicionales y otros efectos negativos que terminan en el descarte prematuro de animales, con aumento de las tasas de reposición.

Las pérdidas gestacionales en bovinos pueden ocurrir en distintas etapas. Cuando la muerte fetal es seguida de la expulsión de un feto no viable se denomina aborto. Las enfermedades infectocontagiosas son frecuentemente reportadas como causa de abortos en bovinos en Uruguay. Dos estudios independientes para identificar causas de aborto en ganado lechero del país, uno realizado entre 2002-2005 en la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) (Easton 2006), y otro realizado entre 2015 y 2018 en la Plataforma de Investigación de Salud Animal de INIA La Estanzuela (Macías-Rioseco *et al.*, 2020) identificaron que el principal agente involucrado fue *Neospora caninum*. *Neospora caninum* es un protozooario que causa la

enfermedad parasitaria conocida como neosporosis. Esta enfermedad está distribuida mundialmente, causando abortos generalmente en el segundo tercio de gestación (Figura 1).

Los animales permanecen crónicamente infectados de por vida y no hay tratamiento medicamentoso efectivo para bovinos. La enfermedad tiene dos formas de transmisión, una ocurre directamente entre bovinos y tiene lugar cuando una vaca infectada que no aborta da a luz a un/a ternero/a infectado/a, que permanece infectado/a de por vida. A esta transmisión transgeneracional se la conoce como transmisión vertical. La otra forma de transmisión es la horizontal, que ocurre a través de los perros. Los perros que ingieren tejidos de animales infectados (placentas, fetos, carne, etc.) eliminan ooquistes del parásito en la materia fecal, que contagian a otros bovinos que los ingieren por el agua y alimentos (Figura 2).



**Figura 2** - Ciclo y transmisión horizontal y vertical de la neosporosis.

Actualmente no hay vacunas comerciales eficaces en bovinos, aunque este es un campo de activa investigación. Las estrategias de control que han demostrado ser efectivas en reducir la prevalencia y los abortos incluyen analizar las hembras de reemplazo y solo reponer con hembras negativas (hijas de vacas negativas) para cortar la transmisión vertical, y evitar o minimizar la presencia de perros en los tambos, e impedir que ingieran tejidos animales y defecuen en sitios de almacenaje de alimentos y agua que ingieren los bovinos.

La distribución geográfica y prevalencia de la neosporosis son altas en Uruguay, con presencia del patógeno en el 96 % de los tambos, e infectando a 22,3 % de los animales en promedio (Macchi *et al.*, 2020). Se estima que en hembras lecheras a nivel nacional causa más de 12.500 abortos anuales, con pérdidas productivas y económicas importantes para los productores lecheros y la industria láctea del país.

Para estimar las pérdidas económicas y productivas por enfermedades animales se han diseñado modelos bio-económicos, que permiten simular la vida productiva de una vaca en varios escenarios. Para la neosporosis se han estimado pérdidas anuales del orden de decenas de millones de dólares en distintos países y de miles de millones de dólares a nivel global. Es importante destacar que la pérdida de una cría por un aborto no representa solamente el valor de mercado de esa futura cría, sino que además incluye la pérdida de por lo menos una lactancia de la madre que abortó, y también todo lo que pudo haber producido esa cría al desarrollarse durante su vida productiva. Este enfoque para estimar la pérdida futura corresponde al concepto de lucro cesante por el aborto. Es decir, representa la oportunidad que se perdió de obtener ganancias, producto del aborto, luego de descontar todos los costos e inversiones necesarios para la producción.

### ¿CUÁNTO PIERDEN LOS PRODUCTORES LECHEROS URUGUAYOS POR ESTA ENFERMEDAD?

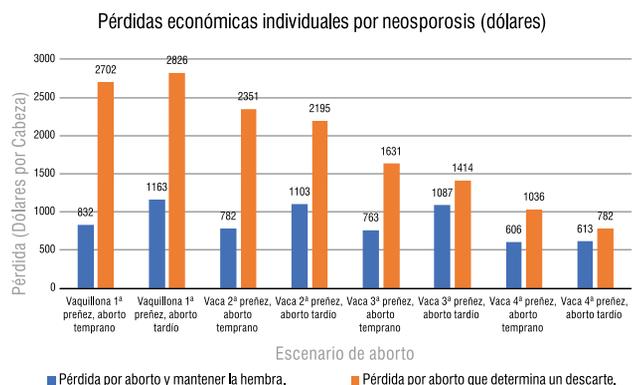
Las pérdidas económico-productivas por los abortos por neosporosis en Uruguay se han estimado utilizando la modelación y simulación de distintos escenarios con énfasis en el lucro cesante por aborto, a nivel individual y del rodeo nacional para el sector primario. El modelo bio-económico utilizado fue el INIA 6.3 (Carrillo *et al.*, 2025) instrumentado en Microsoft Excel®.



Foto: Federico Giannitti

Los resultados indican que la pérdida económica individual promedio por cada aborto debido a neosporosis fue de USD 868 (rango: USD 606-1.163) suponiendo que la vaca que abortó se mantuvo en el rodeo sin abortos adicionales a lo largo de su vida productiva, y de USD 1.866 (rango: USD 782-2.826) suponiendo que fue descartada inmediatamente tras el aborto.

Las pérdidas individuales variaron según la etapa gestacional y la edad (N° de lactancias) de la vaca que abortó (Figura 3).



**Figura 3** - Pérdidas económicas individuales por escenario de aborto (durante la primera, segunda, tercera o cuarta preñez), aborto temprano o tardío (segundo o tercer trimestre de preñez) y opción de mantener (barra azul) o descartar a la hembra luego del aborto (naranja).

La pérdida económica promedio por cada aborto debido a neosporosis fue de USD 868 por animal.



Entre los distintos escenarios de aborto manteniendo la hembra en el rodeo, las mayores pérdidas estuvieron en los escenarios de primera preñez, particularmente cuando el aborto fue tardío (tercer trimestre de preñez). Cuando el aborto resultó en un descarte inmediato de la hembra, la tendencia fue similar, aunque las pérdidas fueron mayores. Las pérdidas económicas estimadas para el sector primario debido a abortos ocurridos en un año (2018) totalizaron cerca de USD 12 millones.

En términos físicos, estos abortos causaron una pérdida total de 62 millones de litros de leche, representando el 3,3 % del volumen industrializado anualmente en el país (Carrillo *et al.*, 2025).

Las mayores pérdidas estuvieron en los escenarios de aborto tardío durante la primera preñez de una vaquillona que llevan al descarte del animal.

Las pérdidas económicas estimadas para el sector primario de la lechería debido a abortos causados por neosporosis se estimaron en USD 12 millones para 2018.

Es importante destacar que estos valores corresponden solo a la base de las estimaciones individuales y colectivas, ya que la neosporosis puede causar más de un aborto en la vida productiva de una hembra. Además, las pérdidas estimadas en esta investigación reflejan solo el sector primario, sin considerar los sectores secundario (industrial) y terciario (servicios). Es decir, el monto estimado representa lo que dejan de recibir los tamberos por los litros de leche dejados de producir, pero no contempla lo que deja de percibir la industria por no procesar esos 62 millones de litros. Las pérdidas estimadas tampoco tomaron en cuenta el lucro cesante en la producción de carne (es decir, cría, engorde y venta para faena de terneros machos de razas lecheras perdidos por neosporosis) ni las pérdidas indirectas (por ejemplo, la pérdida de mérito genético, o el retraso en el crecimiento del rodeo lechero nacional, entre otros). Todas estas interrogantes son oportunidades de investigación para medir con mayor precisión la magnitud del impacto de esta enfermedad en el país. Además, las metodologías ya explicadas pueden implementarse para investigar otras enfermedades.

Los productores, veterinarios, formuladores de políticas y tomadores de decisiones pueden utilizar esta información para evaluar la relación costo-beneficio de implementar estrategias de control y prevención de la neosporosis bovina, tanto a nivel predial como nacional. El desarrollo de la investigación en economía de la salud animal es entonces una oportunidad para contribuir a la sostenibilidad y competitividad del sector primario y la industria lechera uruguaya.

## REFERENCIAS

Carrillo Parraguez M, et al. Estimation of direct economic and productive losses due to abortions caused by *Neospora caninum* in the primary dairy sector of Uruguay. *Front Vet Sci* 2025;12:1502742.

Easton C. (2006). Estudio patológico de las principales causas infecciosas en el aborto bovino en Uruguay. Tesis de Maestría, Facultad de Veterinaria-UDELAR, Uruguay.

Macchi MV, et al. Epidemiological study of neosporosis in Uruguayan dairy herds. *Prev Vet Med* 2020;179:105022.

Macías-Rioseco M, et al. Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesq Vet Bras* 2020;40(5):325-332.



Foto: INIA - CRILU

# LANAS DE ÉLITE EN URUGUAY: retos y oportunidades con base en la experiencia del CRILU

Ing. Agr. PhD Fabio Montossi<sup>1,3</sup>, Lic. Quím. Víctor Pérez<sup>2</sup>, Sr. Martín Bonner<sup>2</sup>, Ing. Zoot. Diego Sacchero<sup>4</sup>, Ing. Agr. PhD Zully Ramos<sup>3,5</sup>, Ing. Agr. PhD Ignacio De Barbieri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA  
<sup>2</sup>Departamento de Textiles, Lana Bruta, Tops y Cueros,

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU

<sup>3</sup>Consortio Regional de Lanas Ultrafinas del Uruguay, CRILU

<sup>4</sup>Laboratorio de Fibras Textiles, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA

<sup>5</sup>Centro Universitario Regional Noreste - Udelar

El 70 % de la lana producida por los consorciados del CRILU ya es superfina o ultrafina, consolidando una oferta de alto valor que posiciona a Uruguay como referente en los mercados premium. El gran desafío es producir lanas superfinas y ultrafinas sin perder resistencia a la tracción, ya que es la llave de acceso al sector textil de lujo y su mejora requiere una respuesta integral de la investigación e innovación, articulando esfuerzos públicos y privados.

## INTRODUCCIÓN

Producto de los avances científicos y tecnológicos del Proyecto Merino Fino del Uruguay - Fases I y II, y del Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas (CRILU), integrado por 42 productores, INIA y la SCMAU, se desarrollaron propuestas innovadoras que impulsaron un nuevo agronegocio textil-lanero en el país. Este proceso transformó el volumen, el perfil y el valor agregado de las lanas producidas en sistemas

de ganadería extensiva, generando un impacto socioeconómico significativo, evaluado y documentado por consultoras independientes (Montossi *et al.*, 2025a).

A medida que las lanas uruguayas alcanzan finuras menores y apuntan a nichos de mercado de alto valor, especialmente las ultrafinas, es imprescindible definir umbrales de calidad para las propiedades textiles más determinantes en su valor final y aplicar estrategias de mejora cuando corresponda.



**Figura 1** - El CRILU es el consorcio que promueve la investigación e innovación en la producción de lanas de alto valor.

A partir de datos de 2015-2016 (Perez *et al.*, 2017), se reanalizaron las propiedades textiles de las lanas CRILU, comparando sus categorías por diámetro de fibra y enfocando el análisis en las superfinas y ultrafinas. Se evaluó su alineación con estándares críticos de calidad de mercados premium y se identificaron áreas estratégicas donde la investigación nacional puede intervenir para superar posibles limitaciones.

## LA BASE DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y SU ANÁLISIS

Se utilizó la base de datos generada en 2015 y 2016, con la participación de 37 y 40 establecimientos del CRILU, que

**Cuadro 1** - Porcentaje de lana en cada categoría según el diámetro de la fibra.

Media (20,5-22,5 $\mu\text{m}$ )	Fina (18,5-20,4 $\mu\text{m}$ )	Superfina (16,5-18,4 $\mu\text{m}$ )	Ultrafina (< 16,4 $\mu\text{m}$ )
3 %	27 %	51 %	19 %

produjeron 209.870 y 268.330 kg de lana, respectivamente. En total se muestrearon 1.143 fardos (171 lotes) en 2015 y 1.476 fardos (183 lotes) en 2016, siguiendo los procedimientos de muestreo y análisis descritos por Pérez *et al.* (2017). Las muestras, correspondientes a borregos/as, capones y ovejas, se clasificaron según el diámetro promedio de fibra medido por Laserscan en:

- Ultrafinas (<16,4  $\mu\text{m}$ )
- Superfinas (16,5–18,4  $\mu\text{m}$ )
- Finas (18,5–20,4  $\mu\text{m}$ )
- Medias (20,5–22,5  $\mu\text{m}$ )

El análisis estadístico se realizó mediante modelos no paramétricos, según Montossi *et al.* (2025b).

## LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y SU INTERPRETACIÓN

Se contó con un total de 354 observaciones distribuidas en cuatro categorías de tipos de lana: media (3 %), fina (27 %), superfina (51 %) y ultrafina (19 %) (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos según los cuatro tipos de lanas estudiados para las

**Cuadro 2** - Efecto del tipo de lana sobre las características de calidad estudiadas. Se presenta el valor de la mediana para cada característica.

Característica	Media	Fina	Superfina	Ultrafina
Número	15	97	177	65
DFL ( $\mu\text{m}$ )	21,1 a	19,4 b	17,6 c	15,7 d
CVDFL (%)	21,3 a	20,6 ab	20,1 c	20,6 bc
MV (%)	0,4 a	0,4 a	0,4 a	0,5 b
RL (%)	77,2 a	77,6 a	78,2 a	78,1 a
Luminosidad	69,5 b	69,1 b	70,2 a	70,2 a
Amarillamiento	10,2 a	9,8 a	9,4 b	9,0 c
LM (mm)	86,3 a	89,6 a	89,7 a	85,4 b
RM (N/Ktex)	39,3 a	37,2 a	34,5 b	31,1 c
PRP (%)	61,0 a	51,0 ab	40,0 b	28,0 c
PRM (%)	34,0 a	44,0 ab	47,0 b	59,0 c
PRB (%)	2,0 c	5,0 ab	6,0 ab	10,0 a

Nota: Letras diferentes entre columnas (a, b, c, y d) para las diferentes características estudiadas representan diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ).



**Figura 2** - La medición y evaluación de las propiedades textiles de la lana son claves para acceder a los mercados más exigentes y de mayor valor.

siguientes características: diámetro promedio de la fibra (DF) medido por Laserscan (DFL;  $\mu\text{m}$ ), coeficiente de variación del DF medido por Laserscan (CVDFL; %), material vegetal (MV; %), rendimiento al lavado (RL; %), luminosidad (L), amarillamiento (A), largo de mecha (LM; mm), resistencia a la tracción (RT; N/Ktex) y punto de rotura de la mecha en la punta (PRP; %), al medio (PRM; %) y en la base (PRB; %).

El Cuadro 2 muestra que el tipo de lana afectó significativamente la mayoría de las características de calidad, excepto el RL. Como era esperado, el DFL disminuyó a medida que la lana fue más fina, y el coeficiente de variación del diámetro (CVDFL) también presentó valores menores en lanas más finas, lo que indica menor variabilidad del diámetro con la selección para finura.

La MV fue ligeramente mayor en lanas ultrafinas (0,5 %) que en las demás categorías (0,4 %), aunque siempre dentro de los estándares premium australianos (0-1 %). El RL no varió significativamente entre tipos de lana (77,2-78,2 %), lo que sugiere que la finura no necesariamente va a afectarlo directamente.

En color, las lanas más finas presentaron mayor luminosidad y menor amarillamiento, destacando las ultrafinas (70,3 y 9,0; respectivamente).

**Cuadro 3** - Grado de cumplimiento (%) de las lanas CRILU, clasificadas como medias, finas, superfinas y ultrafinas, respecto a los estándares de largo de mecha, material vegetal, resistencia a la tracción y su combinación, en potenciales mercados de alto valor en Australia.

Características determinantes de premios y descuentos en el precio de las lanas Merino	Media	Fina	Superfina	Ultrafina
Largo de Mecha (70 a 95 mm)(1)	80 %	80 %	79 %	95 %
Material Vegetal (< 1 %) (2)	100 %	100 %	100 %	97 %
Resistencia a la tracción de la mecha (> 38 N/Ktex) (3)	53 %	46 %	23 %	9 %
Combinación de 1+2+3	47 %	39 %	21 %	8 %

Las lanas superfinas y ultrafinas se destacan por su mayor luminosidad y menor amarillamiento, junto con un largo de mecha adecuado y bajo contenido de material vegetal, atributos valorados en mercados premium, aunque presentan menores valores de resistencia y mayor proporción de roturas en el medio de la mecha.

La longitud de mecha (LM) fue algo menor en ultrafinas (85,4 mm) respecto a finas y superfinas.

La resistencia a la tracción (RT) disminuyó con la finura (39,3 N/Ktex en lanas medias a 31,1 en ultrafinas), reflejando la influencia de factores combinados como categoría animal, nutrición, manejo y sanidad. La posición de la rotura también difirió entre tipos de lana; las ultrafinas mostraron mayor proporción de roturas en el medio de la fibra, condición menos deseable para la industria topista por su efecto en la longitud promedio de las fibras "top" (hauteau) y el aumento de subproductos cortos (noils) en el proceso textil, lo que podría implicar descuentos en el precio.

En el CRILU I, la mayoría de las lanas ultrafinas provinieron de borregos/as, categoría que enfrenta múltiples restricciones alimentarias y parasitarias durante el crecimiento del vellón, lo que puede afectar negativamente el perfil del diámetro y favorecer puntos de rotura en el centro de la mecha.

## EL FOCO EN LOS MERCADOS PREMIUM

El Cuadro 3 presenta, según el tipo de lana, los umbrales y rangos recomendados para características clave que determinan valores diferenciales en las lanas Merino de alta calidad en Australia (Woods, 2024).

La mejora de la resistencia a la tracción en lanas superfinas y ultrafinas es prioritaria para acceder a mercados premium, lo que motiva nuevas iniciativas de investigación, desarrollo e innovación entre CRILU, INIA y socios estratégicos.

El LM presentó altos niveles de cumplimiento en todos los grupos (79-95 %), y MV mostró valores cercanos al 100 %, evidenciando un excelente manejo animal/pasturas y control de esquilas “grifa verde” SUL en las lanas CRILU. En cambio, con un umbral exigente de RT ( $\geq 38$  N/Ktex), el cumplimiento para acceder a premios disminuyó a medida que la lana se afinó, especialmente en superfinas y ultrafinas, lo que puede limitar su procesamiento y reducir la hauteur. No obstante, algunos productores han logrado mantener este estándar incluso en lanas superfinas y ultrafinas bajo sistemas extensivos del Basalto.

En Australia, las variaciones de RT y DFL generan diferencias de precios que, en la última década, oscilaron entre  $-1,5/-6$  % y  $+3/+5$  % para  $15 \mu\text{m}$ , y entre  $-3/-10$  % y  $+6/+10$  % para lanas de  $15$  y  $17 \mu\text{m}$ , respectivamente (Woods, 2024). Al combinar LM, MV y RT, el cumplimiento integrado disminuye en las lanas más finas, siendo la RT el principal factor limitante para acceder a los premios.

La categoría borregos/as concentró más lanas de baja resistencia, por lo que se requiere ajustar la genética y el manejo alimenticio, nutricional, y sanitario para mejorar este aspecto y acceder a los premios, y considerar aspectos de manejo reproductivo también a ovejas/borregas de cría. Mejorar la valorización de las lanas superfinas y ultrafinas demandará estrategias integrales de I+D+i en alimentación, genética y manejo (desde la etapa fetal hasta la recría) para incrementar la resistencia a la tracción y potenciar su competitividad en mercados premium.

## CONCLUSIONES

Los resultados confirman que la lana producida por los consorciados del CRILU alcanza altos estándares de calidad, favoreciendo un procesamiento industrial eficiente y la elaboración de textiles de alto valor. La caracterización de lanas ultrafinas, superfinas, finas y medias evidenció diferencias significativas en sus propiedades y potencial comercial, destacándose una clara orientación hacia lanas más finas (superfinas + ultrafinas), que representaron el 70 % de la producción analizada.

La mejora de la resistencia a la tracción en lanas superfinas y ultrafinas es prioritaria para acceder a mercados premium, motivando nuevas iniciativas de I+D+i entre el CRILU, INIA y socios estratégicos nacionales e internacionales. El CRILU ha jugado un papel clave no solo en aumentar la producción de lanas finas de alto valor, sino también en adaptar los sistemas productivos a las demandas de nichos internacionales exigentes, articulando con productores, investigadores y empresas para generar innovaciones que agregan valor y fortalecen la competitividad del sector. Este proceso continúa, respaldado por el compromiso de todos los actores involucrados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONTOSSI, F.; DE BARBIERI, I.; CIAPPESONI, G.; RAMOS, Z.; FERREIRA, G.; PÉREZ-JONES, J.; FROS, A.; DONAGARAY, F.; FROS, A.; TAFERNABERRY, J. C. (2025a). Diez años de innovación colaborativa - Hitos y Logros del CRILU - Fase I. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/18249/1/st-273-2025-p.170-186.pdf>

MONTOSSI, F.; PÉREZ, V.; BONNER, M.; SACCHERO, D.; RAMOS, Z.; DE BARBIERI, I. (2025b). Oportunidades y desafíos de la producción de lanas superfinas y ultrafinas en Uruguay para abastecer mercados diferenciados de alto valor: La experiencia del CRILU. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/18246/1/st-273-2025-p.107-131.pdf>

PÉREZ, V.; BONNER, M.; MONTOSSI, F.; RAMOS, Z.; SACCHERO, D.; DE BARBIERI, I. Estudio de características vinculadas al procesamiento textil en lanas del Consorcio Regional de Innovación en Lanultrafinas. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8210/1/Innotec-2017-13.pdf>

WOODS, A. (2024). Merino fleece staple strength premiums and discounts. <https://mecardo.com.au/merino-fleece-staple-strength-premiums-and-discounts/>



Foto: INIA - CRILU

**Figura 3** - En los sistemas extensivos de Uruguay, la investigación y la innovación impulsan la diferenciación y el valor de las lanas de élite.



Imagen creada con el modelo de generación de imágenes de ChatGPT (OpenAI, 2025).

# GENÉTICA, EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD: hacia una ganadería ovina más eficiente y amigable con el ambiente

Ing. Agr. PhD Gabriel Ciappesoni<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Elly A. Navajas<sup>1</sup>, Lic. MSc. Beatriz Carracelas<sup>1</sup>, QBP. MSc. Brenda Vera<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Ana Guillenea<sup>2</sup>, Ing. Agr. PhD Ignacio De Barbieri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay

<sup>2</sup>Secretariado Uruguayo de la Lana, Uruguay

¿Es posible criar ovejas más eficientes, que consuman menos alimento y que su producción tenga un menor impacto ambiental? Este artículo presenta los resultados de una investigación desarrollada en Uruguay que evaluó la genética, el consumo de alimento, la eficiencia alimenticia y las emisiones de metano en ovinos Merino, con el objetivo de estimar la heredabilidad de estos rasgos y cómo la selección por uno de estos rasgos puede influir en otro. Los resultados muestran que es posible seleccionar animales más eficientes sin comprometer la producción, lo que abre nuevas oportunidades para una ganadería más sostenible.

## INTRODUCCIÓN

En un contexto donde la sostenibilidad de los sistemas ganaderos es cada vez más relevante, la genética se presenta como una herramienta clave para mejorar la productividad y reducir el impacto ambiental. En particular, características como el consumo de alimento

(Cons), la eficiencia de conversión expresada como el consumo residual de alimento (CRA) y las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) son hoy objeto de estudio, por su impacto económico y ambiental.

En Uruguay existen las Evaluaciones Genéticas Poblacionales que proporcionan a los productores



Imagen creada utilizando el modelo de generación de imágenes de ChatGPT (OpenAI, 2025), a partir de fotografías originales de la Plataforma de Fenotipado Intensivo de INIA La Magnolia.

información objetiva para seleccionar a los mejores animales como padres de las futuras generaciones. La elección de estos reproductores ha generado ganancias genéticas tanto en las majadas individuales como a nivel nacional. Estas mejoras se pueden adjudicar al uso de una herramienta genética conocida como Diferencias Esperadas de la Progenie (DEP), cuya estimación integra información fenotípica, genealógica y, en algunos casos, genómica. Asimismo, en la estimación de la DEP para cada característica se considera si éstas son heredables y si se transmitirán a su descendencia. En este sentido, características como CRA, Cons y  $CH_4$  son heredables, lo que permite su mejora mediante la selección genética.

El objetivo de este estudio fue estimar la heredabilidad de rasgos con impacto ambiental y analizar su correlación con características productivas. De esta forma, el trabajo liderado por INIA y SUL en Merino Australiano contribuye al avance hacia una producción más eficiente y competitiva, en concordancia con los compromisos internacionales asumidos por Uruguay para la reducción de emisiones de metano.

## ¿QUÉ SE MIDIÓ Y CÓMO?

Para obtener registros individuales del consumo y de las emisiones de metano de cada animal, las mediciones se realizaron en la plataforma de fenotipado intensivo de INIA La Magnolia, utilizando comederos y balanzas automáticas, así como cámaras de acumulación portátil (PAC) para la medición de metano, siguiendo protocolos validados internacionalmente. Durante el periodo 2019-2024, se evaluaron cerca de 1.300 animales en pruebas de eficiencia, la mayoría provenientes del Núcleo Genético Ultrafino (NGU) de CRILU-INIA y de distintas cabañas Merino que participaron activamente en el proceso. Además de estos datos, para conocer si estos rasgos ambientales se correlacionan con productivos,

se incluyeron en el análisis más de 75 mil registros de animales de la raza Merino Australiano, nacidos entre 2000 y 2023, con datos de pesos corporales, producción y calidad de lana, resistencia a parásitos, características de la canal (ultrasonido). A partir de estos datos, la heredabilidad de cada rasgo y sus correlaciones con los demás se estimaron mediante modelos estadísticos que permiten incluir múltiples características de manera conjunta e incorpora información genómica.

## ¿POR QUÉ IMPORTA EL CONSUMO DE ALIMENTO Y EL METANO?

El consumo de alimento está directamente relacionado con los costos de producción y las emisiones. Animales más eficientes pueden producir lo mismo consumiendo menos, lo que mejora la rentabilidad y reduce el impacto ambiental.

El metano es un subproducto natural de la digestión de los rumiantes. Aunque inevitable, su emisión puede reducirse mediante la selección genética. Esto es especialmente relevante en sistemas pastoriles extensivos, en los que otras tecnologías de mitigación son difíciles de aplicar.

## RESULTADOS DESTACADOS

- El consumo de alimento (Cons) y la eficiencia de conversión expresada como el consumo residual de alimento (CRA) mostraron heredabilidades moderadas a altas (0,43 y 0,37; respectivamente).
- La emisión de metano ( $CH_4$ ) también fue heredable (0,36), lo que permite pensar en selección genética.
- No se encontraron efectos desfavorables de seleccionar por eficiencia de conversión (CRA) sobre otros rasgos productivos.

El consumo de alimento, la eficiencia de conversión y las emisiones de metano son rasgos heredables que se transmiten entre generaciones.

La selección de animales con mayor eficiencia puede disminuir el consumo de alimento sin disminuir la producción ni comprometer el bienestar animal.

Se observaron correlaciones positivas entre consumo y metano (0,75), lo que confirma que animales que consumen más tienden a emitir más. Sin embargo, la eficiencia de conversión (CRA) mostró independencia genética respecto al metano (correlación 0,00), permitiendo avanzar en ambos frentes sin efectos contraproducentes.

### IMPLICANCIAS PARA LA PRODUCCIÓN

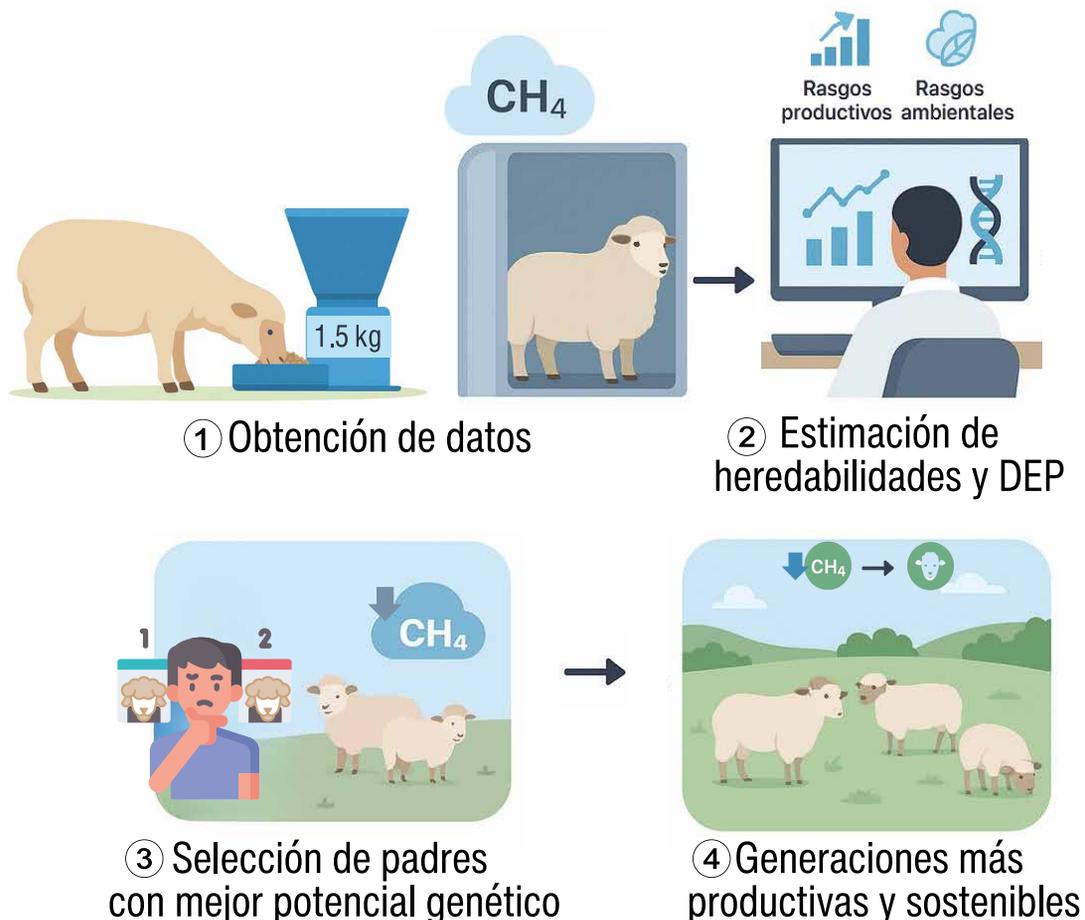
La selección por eficiencia de conversión (directamente seleccionando por menor CRA o disminuyendo el consumo y manteniendo el peso corporal) se presenta

como una estrategia prometedora. Los resultados no evidencian efectos adversos sobre la producción de lana, el peso o la resistencia a parásitos.

Si bien seleccionar sólo por menor consumo absoluto podría tener efectos desfavorables en otras características deseables, su inclusión en un índice de selección productivo (como los que actualmente se usan en la raza Merino) permitiría reducir el consumo manteniendo el desempeño productivo, es decir mejorando la eficiencia de conversión desde el punto de vista genético de los animales.

Además, estudios nacionales basados en análisis de ciclo de vida muestran que disminuir el consumo manteniendo el peso corporal (mejorar la eficiencia) reduce las emisiones por kilo de producto (lana y carne), incluso más que sólo seleccionar por reducción de metano.

Las heredabilidades aquí reportadas, ya están siendo utilizadas en las evaluaciones genéticas en Uruguay para obtener DEP para rasgos de impacto ambiental, y están publicadas en el sitio: <https://geneticaovina.com.uy>



**Figura 1** - Resumen gráfico de las estimaciones de la heredabilidad y las correlaciones genéticas en ovinos para rasgos de impacto ambiental, con énfasis en lograr una producción más sostenible y amigable con el ambiente.

La aplicación de herramientas genéticas resulta fundamental para promover una ganadería más sostenible.

## DESAFÍOS Y PRÓXIMOS PASOS

El principal desafío actual consiste en continuar ampliando la base de datos, incorporar nuevas cabañas y realizar mediciones de emisiones de metano en condiciones de pastoreo. La integración de herramientas genómicas y la cooperación internacional serán fundamentales para el progreso en esta área. Asimismo, resulta importante incluir estas características en futuros índices de selección de la raza Merino. También se está trabajando con este foco en otras razas como Corriedale, Merino Dohne, Texel y Merilin.

## CONCLUSIONES

Este trabajo confirma que es posible avanzar hacia una producción ovina más eficiente y ambientalmente amigable mediante la genética. El consumo y la eficiencia de conversión de alimento y las emisiones de metano son rasgos heredables que ya pueden ser incorporados en los programas de selección de la raza Merino en Uruguay.

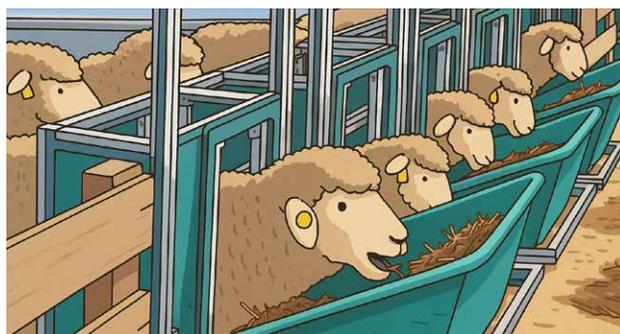


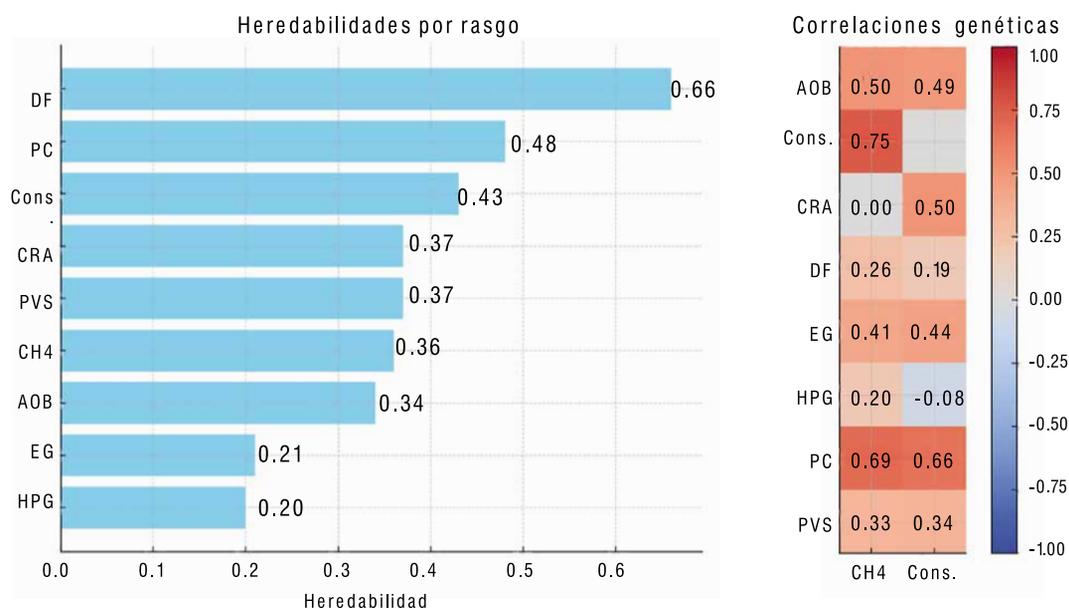
Imagen creada utilizando el modelo de generación de imágenes de ChatGPT (OpenAI, 2025), a partir de fotografías originales de la Plataforma de Fenotipado Intensivo de INIA La Magnolia.

Incorporar estos rasgos en índices de selección que incluyan productividad y sostenibilidad permitirá seleccionar por una genética que contribuya a una producción ovina más sustentable.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por proyectos nacionales (CRILU, Rumiar, CL40 de INIA) e internacionales (Smarter- H2020, GrassToGas - ERA-NET SusAn, Sustain Sheep). Los datos fueron registrados gracias al equipo de trabajo de INIA La Magnolia y Glencoe y de las cabañas participantes de la SCMAU.

Los autores verifican y asumen plena responsabilidad por el uso de inteligencia artificial generativa en la preparación de este manuscrito. Se utilizó inteligencia artificial generativa para refinar el lenguaje y mejorar la gramática, asegurando que todo el contenido científico, el análisis y el texto original fueran elaborados por los autores.



**Figura 2** - Heredabilidades (izquierda) y correlaciones genéticas (derecha) en Merino Australiano para: Diámetro de la fibra (DF, micras); Peso del cuerpo (PC, kg); Consumo de materia seca (Cons, kgMS/día); Consumo residual alimento (CRA, kgMS/día); Peso de vellón sucio (PVS, kg); Emisión de Metano (CH<sub>4</sub>, g/día); Área de ojo de bife (AOB, cm<sup>2</sup>); Espesor de grasa (EG, mm); Resistencia a parásitos gastrointestinales (HPG, conteo de huevos por gramo de materia fecal).



Foto: Lucía Meneses

# HACIA UN LOTUS MÁS PERSISTENTE: el papel de la resistencia a enfermedades en el mejoramiento genético

Ing. Agr. MSc. Lucía Meneses<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. Juan Pedro Martínez<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. PhD Rafael Reyno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gentos Uruguay  
<sup>2</sup>Área Mejoramiento Genético Vegetal y Biotecnología;  
Área Pasturas y Forrajes - INIA

La persistencia vegetativa en *Lotus corniculatus* constituye un desafío para los sistemas pastoriles del Uruguay, debido principalmente a la incidencia de enfermedades de raíz y corona. En este contexto, y en el marco del convenio INIA-Gentos, se desarrolló un programa de mejoramiento genético que incorporó la evaluación sanitaria *in vitro* como herramienta complementaria, con el fin de identificar germoplasmas más resistentes y mejorar su persistencia a campo.

## UNA ALIANZA PARA MEJORAR LA PERSISTENCIA DEL LOTUS

El género *Lotus* constituye un componente fundamental en la diversificación forrajera de los sistemas pastoriles del Uruguay. Sin embargo, al igual que otras leguminosas forrajeras, su persistencia vegetativa se ve afectada por múltiples factores, siendo esta una característica muy importante a mejorar. Para revertir esta situación, en 2018, INIA y Gentos establecieron un convenio para el mejoramiento genético del *Lotus*, enfocado en incrementar la persistencia vegetativa.

Entre los factores que comprometen esta persistencia se encuentran las enfermedades de raíz y corona, causadas por un complejo de patógenos. *Fusarium oxysporum* es el más prevalente (Altier y Groth, 2005) y puede infectar plántulas en estadios muy tempranos, aunque los síntomas de decaimiento y muerte suelen manifestarse más tarde, acelerándose bajo condiciones de estrés (altas temperaturas, déficit hídrico, defoliaciones frecuentes).

Otro grupo de patógenos relevantes lo constituyen especies del género *Pythium*, asociado a

enfermedades de implantación. Son patógenos oportunistas favorecidos por exceso de humedad y bajas temperaturas de suelo, que provocan pudrición de semillas, necrosis de raíces y debilitamiento de plántulas (*damping-off*). Están presentes en los suelos uruguayos (Pérez *et al.*, 2001) y comprenden especies con distinta capacidad de generar daño (Abreo *et al.*, 2017).

En este contexto, el programa de mejoramiento genético de Lotus incorporó la caracterización sanitaria como línea estratégica, adoptando un enfoque de screening *in vitro* (Altier y Thies, 1995).

### ¿CÓMO EVALUAMOS LA RESISTENCIA DEL GERMOPLASMA?

En el programa de mejoramiento INIA-Gentos, la selección de germoplasma de Lotus se ha realizado siempre en condiciones de campo e incorporando el pastoreo como factor fundamental, priorizando la persistencia vegetativa como criterio principal. Una vez identificadas las líneas más promisorias, se incorporó una etapa complementaria de evaluación sanitaria *in vitro* frente a patógenos asociados a problemas de persistencia, con el fin de caracterizar su comportamiento y aportar información para futuros ciclos de selección.

En este artículo se presentan exclusivamente los resultados correspondientes al primer ciclo de selección, integrado por las líneas experimentales C1-24 y C1-9, comparadas con el testigo susceptible San Gabriel (*L. corniculatus*).

Las cepas utilizadas provinieron de la colección de INIA Las Brujas, que habían sido identificadas a nivel de especie mediante estudios previos (Altier y Groth, 2005; Abreo *et al.*, 2017).

- En *Fusarium*, todos los aislamientos correspondieron a *F. oxysporum*, evaluándose nueve cepas en una prueba de agresividad *in vitro*.

- En *Pythium*, se trabajó con cinco aislamientos pertenecientes a tres especies: ILB 317 (*Pythium ultimum* var. *ultimum*); ILB 313 y ILB 316 (*Pythium cryptoirregulare*); ILB 323 y ILB 328 (*Pythium sylvaticum*)

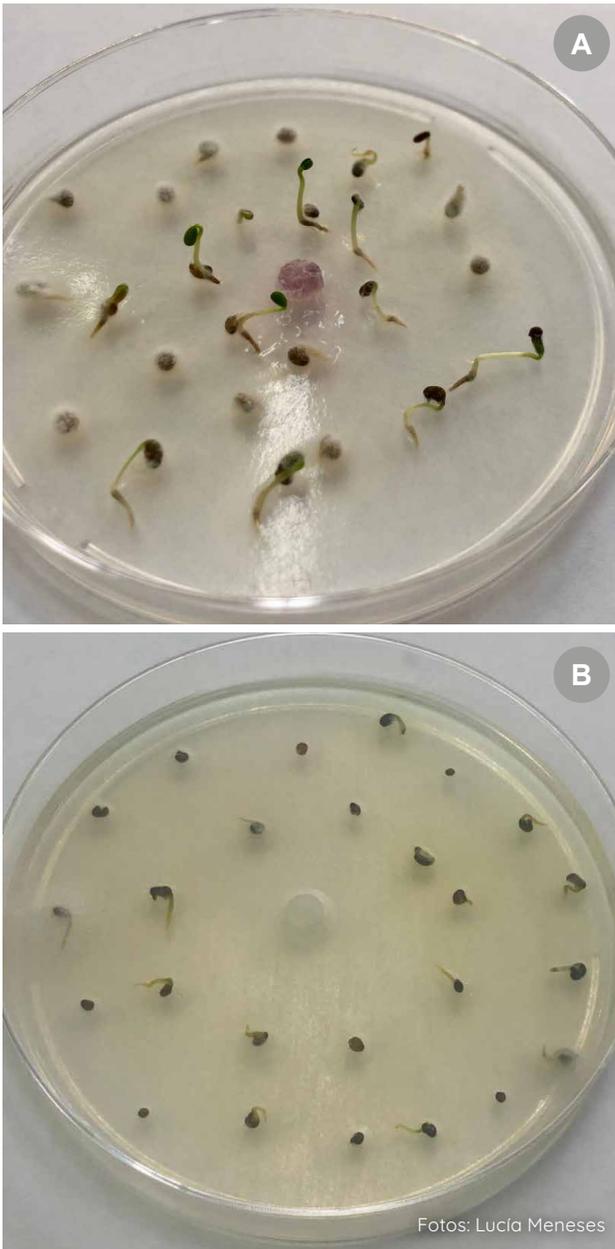
En todos los casos se utilizó la metodología *in vitro* basada en Altier y Thies (1995), registrando:

1 - Índice de severidad (ASI): escala 1-5 (1 = planta sana, 5 = semilla podrida). (Figura 1).

2 - Porcentaje de plantas resistentes, considerando como resistentes las categorías 1 y 2 en relación con el total germinable en el control.



**Figura 1** - Categorías de severidad empleadas para el cálculo de ASI en semillas y plántulas de distintos germoplasmas de Lotus inoculados con *Pythium* spp. y *Fusarium oxysporum*.



**Figura 2** - Placas de Petri con semillas de Lotus en ensayos *in vitro*. a) Medio de cultivo inoculado con *Fusarium oxysporum*. b) Medio de cultivo inoculado con *Pythium* spp.

**¿POR QUÉ USAR ESTA TÉCNICA?**

La técnica de *screening in vitro* que utilizamos consiste en colocar las semillas de Lotus sobre placas de Petri con medio de cultivo inoculado con el patógeno (*Fusarium* o *Pythium*), y compararlas con placas control sin inoculación (Figura 2). Esta metodología, además de ser sencilla, rápida y reproducible, tiene fundamentos sólidos que justifican su aplicación en programas de mejoramiento genético:

1 - Simula condiciones críticas del establecimiento:

El sistema *in vitro* permite detectar si un germoplasma es susceptible justo en esa etapa crítica.

2 - Ofrece control ambiental total:

Al eliminar factores como clima, tipo de suelo o competencia entre plantas, se puede observar la respuesta real de cada línea frente al patógeno, sin interferencias externas.

3 - Permite evaluar muchas líneas en poco tiempo:

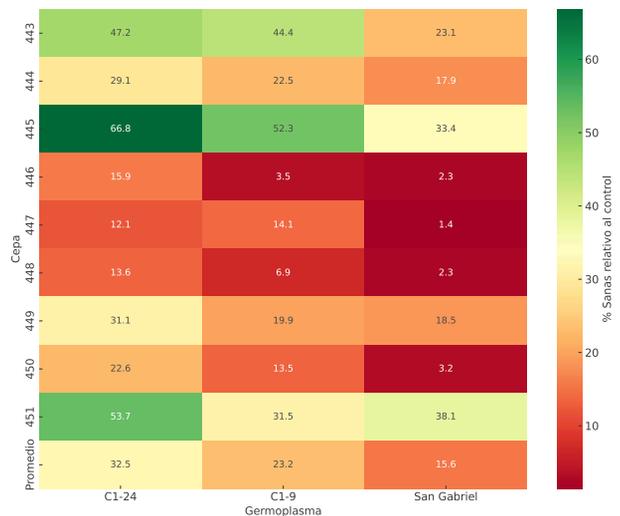
Es una herramienta eficiente para filtrar rápidamente materiales susceptibles.

4 - Refleja diferencias genéticas reales:

Al usar cepas con agresividad conocida y controles adecuados, se identifican diferencias genuinas entre líneas.

**RESULTADOS *Fusarium oxysporum***

La prueba de agresividad con nueve aislamientos mostró amplia variabilidad en agresividad y en la respuesta de los germoplasmas (Figura 3).

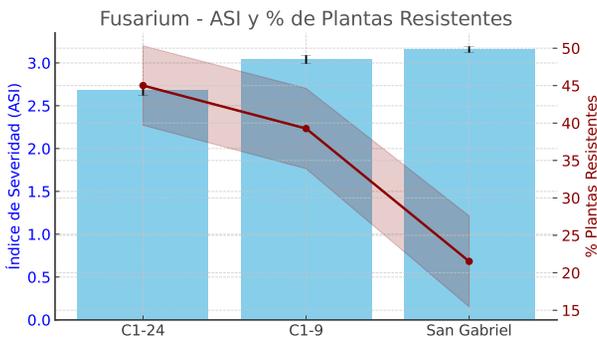


**Figura 3** - Heatmap del test de agresividad con nueve cepas de *Fusarium oxysporum* sobre líneas experimentales y cultivar testigo de *Lotus corniculatus*. Los valores corresponden al porcentaje promedio de plantas resistentes (categorías 1 y 2) en cada combinación germoplasma por cepa. Colores claros indican mayor resistencia y colores oscuros mayor susceptibilidad. Se incluye una fila con el promedio de las cepas para cada germoplasma.

Las enfermedades de raíz y corona son una de las principales causas de la pérdida de persistencia vegetativa de *Lotus corniculatus* en Uruguay.

San Gabriel presentó consistentemente los valores más bajos de plantas sanas, confirmando su susceptibilidad, mientras que C1-9 y C1-24 evidenciaron mejor comportamiento. En particular, C1-24 registró porcentajes de resistencia significativamente mayores que San Gabriel en cinco de las nueve cepas evaluadas ( $p \leq 0,034$ ), con diferencias de 16,3 % y 23,1 % superiores.

No se detectó interacción significativa germoplasma  $\times$  cepa ( $p = 0,636$ ), aunque la cepa más agresiva redujo el porcentaje de plantas sanas de San Gabriel a aproximadamente el 2 %, mientras que una cepa de agresividad intermedia permitió diferenciar claramente entre líneas resistentes y susceptibles. A partir de estos resultados, se seleccionaron dos cepas representativas (una de agresividad alta 448 y otra intermedia 443) para los *screenings* posteriores (Figura 4).

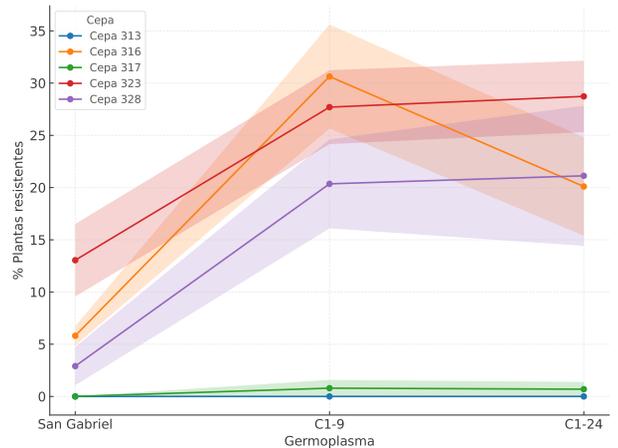


**Figura 4** - Índice de severidad (ASI) y porcentaje de plantas resistentes promedio de los ensayos realizados en la segunda etapa con las cepas seleccionadas (443 y 448) por cultivar.

### RESULTADOS *Pythium*

En los ensayos con *Pythium* se observaron diferencias significativas tanto entre cepas como entre germoplasmas y, en la mayoría de los casos, también una interacción significativa entre ambos factores ( $p < 0,05$ ). Considerando el promedio de todas las cepas, las líneas experimentales de *Lotus corniculatus* C1-24 y C1-9 presentaron consistentemente menores

valores de ASI y mayores porcentajes de plantas resistentes que el cultivar San Gabriel, confirmando su mejor comportamiento sanitario frente a este género (Figura 5).



**Figura 5** - Porcentaje de plantas resistentes por germoplasma de *Lotus corniculatus* frente a las diferentes cepas de *Pythium* evaluadas.

Comparando con trabajos anteriores, hubo coincidencias en la agresividad relativa de varias especies: la cepa 313 de *P. cryptoirregulare* fue la más virulenta en ambos estudios, y la 323 de *P. sylvaticum* la menos agresiva (Abreo *et al.*, 2017). En nuestro caso, la inclusión de cepas adicionales permitió detectar una notable variabilidad intraespecífica, especialmente en *P. cryptoirregulare*, donde la cepa 316 resultó menos virulenta que la 313, y en *P. sylvaticum*, donde la 328 presentó un comportamiento similar a 323 pero con mayor interacción con el germoplasma. En el caso de la cepa 317 (*P. ultimum*), los porcentajes de plantas resistentes la ubican próxima a la 313; sin embargo, los valores de ASI sugieren un nivel de virulencia intermedio, en concordancia con lo reportado previamente por Abreo *et al.* (2017).

La evaluación temprana *in vitro* permite caracterizar y seleccionar germoplasma con mayor resistencia a enfermedades.

Estos resultados confirman que todas las cepas evaluadas son patógenas para *L. corniculatus*, pero que el grado de daño depende tanto de la agresividad del aislamiento como de la resistencia específica del germoplasma evaluado.

### UN PASO CLAVE EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

Los resultados fueron alentadores, ya que el nuevo germoplasma de *Lotus corniculatus* mostró mayor resistencia frente a varias cepas de *Pythium* y *Fusarium*. Esto refuerza su valor como base genética para mejorar la persistencia en los nuevos cultivares.

Estos avances consolidan la integración de herramientas de diagnóstico temprano en los programas de mejoramiento, permitiendo tomar decisiones más acertadas en la selección de materiales con mejor comportamiento sanitario y mayor persistencia a campo.

El primer ciclo de selección de un nuevo germoplasma mostró mejor comportamiento frente a *Fusarium oxysporum* y especies de *Pythium* que el cultivar San Gabriel.

La integración de herramientas de diagnóstico temprano fortalece el programa de mejoramiento genético de Lotus.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de Fitopatología de INIA La Estanzuela, en especial a Dahiana Bentos y Silvina Stewart, por su buena predisposición y la colaboración brindada durante los ensayos. También agradecemos a Eduardo Abreo, de INIA Las Brujas, por facilitarnos generosamente las cepas empleadas en este trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

Abreo, E., Vaz Jauri, P., Núñez, L., Stewart, S., Mattos, N., Dini, B., & Altier, N. (2017). Pathogenicity of *Pythium* spp. obtained from agricultural soils and symptomatic legume seedlings in Uruguay. *Australasian Plant Disease Notes*, 12(1), 35. <https://doi.org/10.1007/s13314-017-0258-1>

Altier, N. A., & Groth, J. V. (2005). Characterization of aggressiveness and vegetative compatibility diversity of *Fusarium oxysporum* associated with crown and root rot of birdsfoot trefoil. *Lotus Newsletter*, 35(1), 59–74.

Altier NA., Thies JA. (1995). Identification of resistance to *Pythium* seed ling diseases in alfalfa using a culture plate method. *Plant Dis* 79: 341–346.

Pérez C, de la Fuente L, Arias A, Altier N. (2001). Uso de pseudomonas fluorescentes nativas para el control de enfermedades de implantación en *Lotus corniculatus* L. *Agrociencia* 5:41–47.



Foto: Lucía Meneses



Foto: INIA

# ROTACIÓN ARROZ-SOJA-CARNE EN LA REGIÓN ESTE COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL RIESGO EMPRESARIAL

Ing. Agr. PhD Bruno Lanfranco; Ing. Agr. MSc. Enrique Fernández; Ing. Agr. PhD Juan Manuel Soares de Lima; Cr. Bruno Ferraro

Unidad de Economía Aplicada

El pasado 24 de julio presentamos los resultados económicos del ejercicio 2024/25 de la “UPAG Comercial”, módulo de validación de un sistema de producción para la tradicional zona arrocerá de tierras bajas que integra arroz, soja y carne (vacuna y ovina). Se trata del cuarto año del primer ciclo de una rotación de seis años, donde el sistema muestra las ventajas de una estrategia de diversificación de productos diseñada no solo para aprovechar las sinergias productivas, sino también para la gestión del riesgo.

## LA UPAG COMERCIAL

Los detalles de diseño y funcionamiento del módulo ubicado en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna” de INIA Treinta y Tres se encuentran en el informe especial «UPAG 2: Arroz + Soja + Carne: un modelo “ganar-ganar” para arroceros y ganaderos»<sup>1</sup>.

La “UPAG Comercial” simula las condiciones de un establecimiento agrícola-ganadero de 887 hectáreas de superficie útil. Cuenta con diez potreros de diverso tamaño, seis de los cuales (1A, 1B, 2, 4, Aux y H) conforman un esquema que incluye dos cultivos de arroz (AZ1 y AZ2) y uno de soja (SJ), intercalados con verdeos de raigrás puro (RG) en la fase agrícola.

<sup>1</sup>Revista INIA N°70, setiembre 2022

**Cuadro 1** - Esquema de la rotación (6 años).

Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6	
P - V	O - I	P - V	O - I	P - V	O - I	P - V	O - I	P - V	O - I	P - V	O - I
AZ <sub>1</sub>	RG	SJ	RG	AZ <sub>2</sub>	PP <sub>1</sub>	PP <sub>1</sub>	PP <sub>2</sub>	PP <sub>2</sub>	PP <sub>3</sub>	LV	RG

Le sigue una fase de tres años de pasturas perennes (PP1, PP2 y PP3) compuestas de festuca, trébol blanco y lotus (Cuadro 1). Al final del tercer año (PP3), sexto de la rotación, se realiza un laboreo de verano (LV) para recomenzar el ciclo. Todas las fases de la rotación están presentes año tras año en el sistema.

### EJERCICIO 2024/25

El Cuadro 2 muestra el tamaño y la superficie ganadera efectiva (SGE), uso del suelo y fase de rotación de cada potrero o chacra, para el ejercicio 2024/25. El área en rotación suma 537 ha (61 %). El área sembrada con cultivos de verano totalizó 277 ha. El arroz se plantó en dos chacras: 120 ha (de las 140) en potrero 2 con INIA-Merín, tras lo cual se sembró raigrás y 87 ha con CL 1294 en potrero 1B, al que siguió una pradera permanente. La soja ocupó 70 ha (potrero Auxiliar), seguida de raigrás. Considerando el uso pastoril de las chacras luego de la cosecha, la superficie agrícola efectiva anual (SAE) se estimó en 191 ha (22 %), quedando finalmente una SGE de 696 ha destinada al pastoreo vacuno (98 %) y ovinos (2 %).

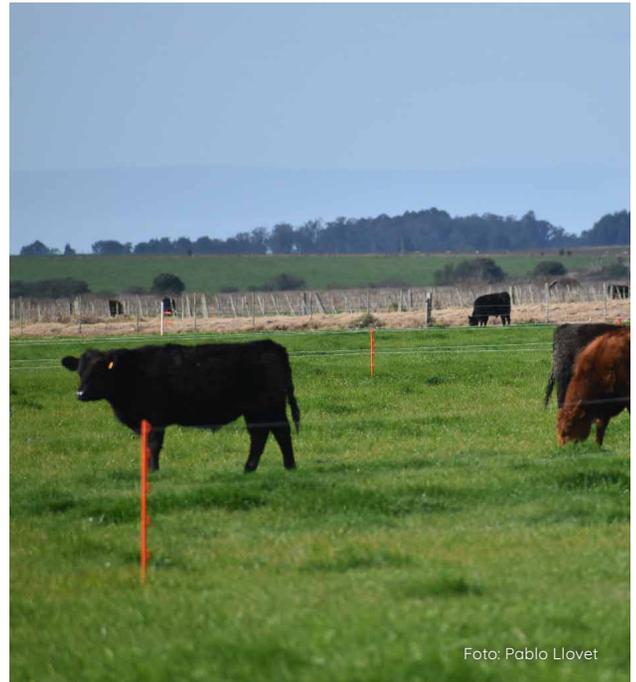


Foto: Pablo Llovet

**Cuadro 2** - Uso del suelo, ejercicio 2024/25.

Potrero/ Chacra	Superficie Útil		SGE <sup>1</sup> ha/año	Fase de Rotación	Ejercicio 2024/2025 <sup>2</sup>	
	ha	%			Jul-24 a Dic-24	Ene-25 a Jun-25
1A	60	6,0	60	Año 5	Pradera (PP <sub>2</sub> )	Pradera (PP <sub>3</sub> )
1B	87	10,0	36	Año 3	Arroz 2 (AZ <sub>2</sub> )	Pradera (PP <sub>1</sub> )
2	140	13,0	47	Año 1	Arroz 1 (AZ <sub>1</sub> )	Raigrás (RG)
4	120	14,2	120	Año 6	Laboreo Verano (LV)	Raigrás (RG)
Auxiliar	70	8,3	23	Año 2	Soja (SJ)	Raigrás (RG)
H	60	7,1	60	Año 4	Pradera (PP <sub>1</sub> )	Pradera (PP <sub>2</sub> )
5	150	17,7	150	Fuera de la Rotación	Campo Natural (CN)	
6	120	14,2	120		Campo Natural Mejorado (CNM)	
Paspalum	60	7,1	60		Paspalum notatum INIA Sepé (PN)	
Anexo	20	2,4	20		Barbecho	Sorgo Forrajero (SF)
Total	887	100,0	696		Área en rotación: 537 ha (60,5% de la superficie útil)	

<sup>1</sup>SGT: Superficie Ganadera Efectiva: área aproximada efectivamente utilizada por ovinos y vacunos en el ejercicio (ha/año).

<sup>2</sup>La delimitación semestral es orientativa.

**Cuadro 3** - Resultado de la UPAG Comercial, ejercicio 2024/25.

Resultado del Ejercicio	En dólares americanos (USD)				
	Arroz	Soja	Vacunos	Lanares	TOTAL
Ingresos por ventas <sup>1</sup>	460.932	85.680	654.260	27.710	1.228.582
Egresos	391.190	71.335	530.289	31.185	1.023.999
Resultado antes de impuesto	69.743	14.345	123.971	-3.475	204.583
Impuesto a la Renta (IRAE)	17.316	3.546	30.772	-889	50.745
Resultado después de impuesto	52.427	10.799	93.199	-2.586	153.878
Participación por actividad (%)	34%	7%	61%	-2%	100%
Área efectiva ocupada (%)	16%	5%	77%	2%	100%

<sup>1</sup> No se consideraron diferencias de inventario de semovientes, pero sí el costo (no monetario) del uso de praderas ya instaladas.

Los potreros identificados como 5, 6, Paspalum y Anexo son de uso exclusivamente ganadero. Suman 350 ha (39 % del área útil) y están por fuera de la rotación. El llamado Paspalum tiene 60 hectáreas instaladas de Paspalum *notatum* INIA Sepé. En el Anexo, de 20 hectáreas, se sembró sorgo forrajero en octubre de 2024. El potrero 5 (150 ha) es un campo natural (CN) y el potrero 6 (120 ha) es un campo natural mejorado (CNM) con lotus Rincón y lotus Maku.

## RESULTADOS DEL EJERCICIO

El Cuadro 3 resume el resultado económico de la "UPAG Comercial" durante el ejercicio 2024/25. Se presentan ingresos, egresos, resultados antes de impuesto a la renta, impuesto a la renta (IRAE) y resultado después del impuesto, en dólares americanos (USD). El ingreso total alcanzó USD 1.228.582 y los egresos USD 1.023.999. El resultado final, descontado el impuesto a la renta (IRAE), fue de US\$ 153.838 (USD 173/ha). La actividad vacuna ocupó 77 % del área útil y explicó el 61% del beneficio obtenido. El resultado, luego del IRAE, fue USD 93.199. Entre octubre y diciembre de 2024 se vendieron 190 novillos a faena, con un peso promedio en pie (PV) de 500 kg y un valor promedio ponderado de USD 2,18/kg PV.

En diciembre se vendieron 280 novillos de 2-3 años con destino a corrales de engorde, con un promedio de 414 kg PV a USD 2,22 y, en mayo siguiente, 27 novillos de 1-2 años, también para encierro, con un promedio de 320 kg PV a USD 2,60/kg PV. En mayo de 2025 se compraron 580 terneros con 169 kg PV promedio, a un valor en pie de USD 2,90/kg.

Los ovinos ocuparon 2% de la SGE disponible durante el ejercicio, computándoseles 5 % del costo total en pasturas sembradas (exclusivamente sobre raigrás). En octubre de 2024 se vendieron a faena 380 borregos que pesaron 42 kg promedio en pie, a USD 1,71.

En mayo de 2025 se compraron 450 corderos con un peso promedio de 25 kg a USD 1,60. La venta de la lana producida pagó menos de la mitad del costo de esquila. El resultado de la actividad ovina antes de IRAE fue negativo, derivando en un crédito de IRAE que se asume efectivizado en el ejercicio.

La actividad arrocerá en su conjunto arrojó un resultado de USD 69.743, que luego del IRAE quedó en USD 52.427. Representó 34 % del resultado final del sistema, con 16 % del área útil. El rendimiento promedio de ambas chacras alcanzó 10.076 kg SSL. Se consideró el precio provisorio puesto en boca de recibo al 30 de junio (USD 11,05) que incluye el crédito por devolución de impuestos. El ingreso por hectárea se estimó en USD 2.227 y los egresos, luego del IRAE, en USD 1.890, USD 253/ha. La soja arrojó como resultado USD 10.799 (USD 154/ha) luego del IRAE (7 % del resultado y 5 % del área) tras un rendimiento excepcional de 3.400 kg/ha. El precio de venta se calculó en USD/t 360.



Foto: Pablo Llovet

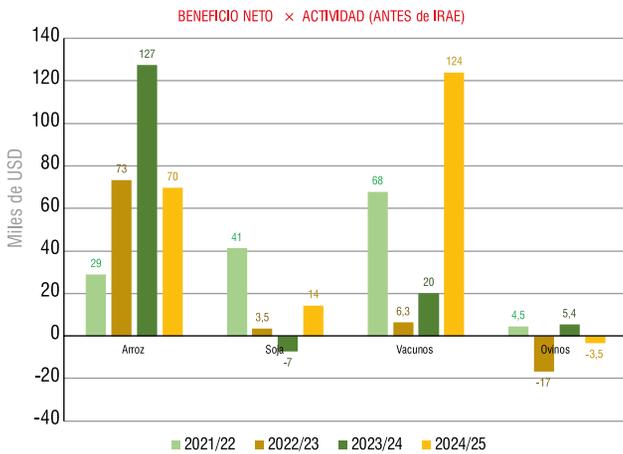
### COMPARANDO EJERCICIOS

La Gráfica 1 compara los resultados antes de IRAE de los cuatro ejercicios analizados hasta el momento, en miles de USD. Se observa que, con altibajos, el arroz y los vacunos siempre dieron resultado positivo, alternándose en su relevancia para el sistema, según las condiciones del año, caracterizadas por distintas relaciones entre área ocupada, rendimiento productivo y precio. El ejercicio 2024/25 mostró el mejor resultado para los vacunos, el segundo mejor para la soja y el tercero para el arroz. El mejor resultado económico del arroz fue en 2023/24, mientras que el mejor para la soja fue en 2021/22. Los ovinos alternaron resultados positivos y negativos durante los cuatro ejercicios.

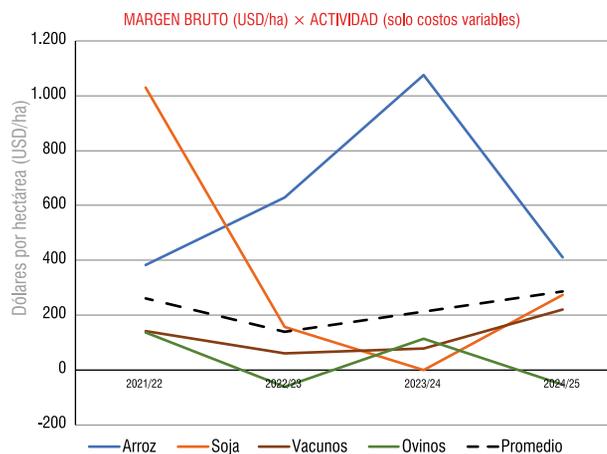
A los efectos de aislar el resultado de cada actividad, la Gráfica 2 compara la evolución de los márgenes brutos (MB) por hectárea, es decir, considerando solamente costos variables, para el mismo período. Los resultados más contrastantes se observan con los cultivos. Esto era esperable dada la mayor variabilidad inherente a la actividad agrícola.

La comparación de los primeros cuatro ejercicios mostró que los resultados más contrastantes se observan en la fase agrícola. Esto era esperable dada la mayor variabilidad inherente a la actividad agrícola. La ganadería vacuna produjo resultados más estables en el tiempo.

La ganadería vacuna produjo resultados más estables. Los magros resultados de los ovinos suponen un desafío debido al rol estratégico que pueden jugar dentro de este esquema. La línea punteada representa la evolución del MB total. Es interesante notar la estabilidad del sistema, cuyo promedio para todo el período se ubicó en USD 228/ha. El MB por hectárea promedió USD 625 para el arroz, USD 365 para la soja, USD 126 para los vacunos y USD 34 para los ovinos.



Gráfica 1 - Beneficio neto antes de IRAE por actividad, 2021/22 - 2024/25



Gráfica 2 - Margen bruto por actividad, 2021/22 - 2024/25.



Dos cultivos de arroz y uno de soja conforman la fase agrícola de la rotación.

## ALGUNAS REFLEXIONES

Los resultados económicos simulados en el modelo UPAG Comercial no deben tomarse como propios de los productores o empresas agrícola-ganaderas de la Región Este. Las diferencias en el uso y valor de los insumos generan diferencias en los cálculos. Implican supuestos y consideraciones sin los cuales resulta difícil cualquier análisis y pueden no ajustarse a las situaciones particulares de cada productor.

El escalamiento del área de producción bajo el supuesto de retornos constantes es una buena aproximación al tamaño de una empresa real, pero puede no ser válido a la hora de estimar la producción y costear el uso de insumos y otros recursos fijos o variables. De todos modos, se realizó el mayor esfuerzo en estimar ingresos y egresos en la forma más realista posible.

Adicionalmente, el modelo asume que toda la actividad agrícola y ganadera está en manos de un mismo productor dueño de la tierra y no tiene costos de arrendamiento. Esto puede verse como una limitante,

El arroz y los vacunos siempre dieron resultado positivo, alternándose en su relevancia para el sistema, según las condiciones del año, caracterizadas por distintas relaciones entre área ocupada, rendimiento productivo y precio.

A la sinergia que en términos productivos ofrecen las rotaciones agrícola-ganaderas, la diversidad de productos agrega como beneficio un mejor manejo del riesgo empresarial.

por ejemplo, cuando la mayor proporción del arroz sembrado no se desarrolla sobre campo propio. Los resultados expuestos ilustran el desempeño económico del sistema independientemente de la tenencia de la tierra.

Su mayor virtud es advertir la importancia de la diversificación de productos en una empresa agropecuaria. A la sinergia que en términos productivos ofrecen las rotaciones agrícola-ganaderas, la diversificación permite un mejor manejo del riesgo empresarial. La integración de rubros en los sistemas de producción agropecuarios demuestra ser clave para la gestión y fortalecimiento productivo y económico de las empresas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la activa participación del equipo de la UPAG, en especial de Fernando Escalante, Pablo Rovira y Pablo Llovet, quienes recolectaron los datos para el análisis. Los cálculos realizados a partir de estos datos fueron revisados y corregidos, luego de detectadas omisiones involuntarias en la presentación realizada en la jornada del 24 de julio. Un agradecimiento especial a quienes nos hicieron notar esos errores. Los que aún pudieran subsistir son responsabilidad exclusiva de los autores.



Foto: Pablo Llovet

La actividad ganadera brinda estabilidad al sistema.



# Procría

Programa de innovación  
para una ganadería  
de cría sostenible



Foto: Equipo de Comunicación de Procría

Innovación, trabajo colaborativo y una comunicación que llega a todo el país

## PROCRÍA: trabajando juntos por una ganadería más sostenible

Lic. Mag. Guaymirán Boné<sup>1</sup>, Lic. Mariana Huber<sup>2</sup>,  
Lic. Paula Scavarelli<sup>3</sup>, Lic. Sofia Scanavino<sup>4</sup>,  
Lic. Mag. Inés Fornos<sup>5</sup>, Ing. Agr. Joaquín Lapetina<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Instituto Plan Agropecuario

<sup>2</sup>Dirección General de Desarrollo Rural - MGAP

<sup>3</sup>Responsable de Comunicación - MGAP

<sup>4</sup>Dirección General de Recursos Naturales - MGAP

<sup>5</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología - INIA

El Programa de Innovación para una Ganadería de Cría Sostenible, PROCRÍA, avanza como una iniciativa interinstitucional para promover sistemas de cría más productivos, resilientes y ambientalmente responsables. El Programa cuenta con un componente de comunicación desde su inicio, lo que permite planificar acciones y diseñar estrategias adaptadas a las necesidades de cada etapa de su implementación.

La ganadería de cría es uno de los pilares del sector agropecuario uruguayo. Genera más del 40 % del producto bruto agropecuario, emplea a decenas de miles de personas y ocupa un rol clave en la conservación del campo natural (MGAP, 2023). Sin embargo, desde hace décadas enfrenta limitaciones productivas, económicas y ambientales que pueden ser mejorables, buscando la sostenibilidad predial familiar y mayores ingresos para

el país. En este contexto, el Programa de Innovación para una Ganadería de Cría Sostenible, PROCRÍA, surge como una iniciativa interinstitucional para promover sistemas de cría más productivos, resilientes y ambientalmente responsables, con énfasis en la producción familiar y en la participación de mujeres y jóvenes. El Programa es una iniciativa interinstitucional coordinada por el Ministerio de Ganadería, Agricultura

y Pesca (MGAP) y el Instituto Plan Agropecuario (IPA). Participan del programa el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Nacional de Carnes (INAC), el Instituto Nacional de Colonización (INC), la Universidad de la República (Udelar), el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), y el Banco Mundial (BM).

## DE LOS DESAFÍOS AL CAMBIO

Durante los últimos años, la tasa de procreo vacuna nacional se ha mantenido entre el 60 % y el 65 %, y la producción de carne promedia 85-90 kg por hectárea (MGAP, 2023). Esta situación responde a múltiples factores: alta carga animal sobre el campo natural, manejo reproductivo y sanitario mejorable, baja planificación predial y escasa adopción de tecnologías probadas.

Uruguay cuenta con tecnologías de proceso validadas por la investigación nacional que permiten mejorar la eficiencia sin aumentar los costos relativos. El reto es que estas innovaciones lleguen, sean apropiadas y utilizadas por quienes producen, especialmente en la ganadería familiar y mediana.

## UNA ESTRATEGIA DE TRABAJO EN TERRITORIO

Existe una serie de proyectos de investigación y extensión sobre los que se apuntala el nuevo Programa y que han basado en la coinnovación como método de intervención: "Coinnovando para el desarrollo sostenible de sistemas ganaderos familiares de Rocha", "Ganaderos Familiares y Cambio Climático", "UFFIP", "Ganadería Familiar Resiliente" y "Ganadería y Clima". Del mismo modo el éxito de los "Grupos Pronadega", "Grupos Crea" o "Grupos Plan" son antecedentes que certifican la metodología del intercambio grupal como forma de aprendizaje mutuo entre productores.

PROCRÍA combina asistencia técnica mensual individual y trabajo en grupos de productoras y productores. En cada predio se realiza un diagnóstico inicial, se elabora un plan de acción consensuado entre técnico/a y productor/a y se establece un seguimiento constante para implementar mejoras en el manejo de campo natural y el manejo reproductivo.

La metodología incluye la capacitación continua de técnicos y productores, el intercambio de experiencias en instancias grupales y la aplicación de tecnologías adaptadas a la realidad de cada predio. En su primera etapa, el Programa prioriza 13 departamentos con



Captura de imagen del video promocional de PROCRÍA, como parte de la campaña de bien público. Video completo:

Acceda **AQUÍ**

fuerte presencia de cría vacuna, con foco en predios de entre 100 y 1.250 hectáreas con índice CONEAT 100. La meta fue llegar a 1.000 productores con el trabajo de 100 técnicos extensionistas.

## PENSANDO EN LA COMUNICACIÓN DESDE EL PRIMER DÍA

Desde su fase de diseño, PROCRÍA incorporó la comunicación como un componente estratégico para informar, sensibilizar, convocar y visibilizar avances. Pensar la comunicación desde la etapa inicial, nos ha permitido planificar las acciones del proyecto y diseñar diferentes estrategias que se adapten a las necesidades de cada momento del programa y sus públicos (internos y externos)\*. Esto ha permitido, en pocos meses, desplegar una estrategia multicanal que incluye a los medios tradicionales, redes sociales y la comunicación en territorio.

El canal central del Programa es su espacio web, que se propone como soporte de las acciones previstas y desarrolladas:

Sitio web oficial de PROCRÍA:

Acceda **AQUÍ**

\*La comunicación del Programa es gestionada por un equipo interinstitucional integrado por profesionales del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Instituto Plan Agropecuario e Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. La integración de este equipo respondió a la necesidad de diseñar un plan de comunicación y una estrategia específica para el lanzamiento del programa, orientada tanto a la convocatoria de productoras, productores, técnicas y técnicos, como a sensibilizar en una primera etapa sobre el sentido y los objetivos de la iniciativa.

Se ha realizado una cantidad considerable de entrevistas y notas en medios escritos y programas radiales y televisivos agropecuarios de alcance nacional y departamental con la participación del equipo de coordinación, jefes de la institucionalidad pública agropecuaria y las duplas técnicas territoriales compuestas por referentes de la Dirección General de Desarrollo Rural del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca y del Instituto Plan Agropecuario\*\*.

Al mismo tiempo, se han utilizado de manera masiva los medios digitales, desde publicaciones en redes sociales de las instituciones participantes hasta notas en sus respectivas páginas web, alcanzando a productores, técnicos y público general. Paralelamente, se han compartido videos breves con mensajes clave y testimonios de técnicos y autoridades.

Entre las diferentes acciones, se destaca la campaña de bien público implementada, no solo para favorecer los objetivos respecto a los destinatarios de PROCRÍA, sino también para dar a conocer a la ciudadanía una política de Estado pensada como tal y que tiene como centro el sector primario de nuestra economía y a sus trabajadores.

Pero un programa de asesoramiento técnico y extensión rural necesita el contacto directo con la gente, y es aquí donde los equipos técnicos de las instituciones que ejecutarán PROCRÍA han demostrado sus aptitudes de extensionistas, realizando más de 100 actividades públicas en todo el territorio nacional. Esto se ha logrado mediante charlas abiertas organizadas para este fin o interviniendo en jornadas técnicas organizadas junto a otras instituciones. En el mismo marco se destaca la participación en las Mesas de Desarrollo Rural, Consejos Agropecuarios Departamentales y organizaciones de productores. Estas mismas actividades también se realizaron para jóvenes y las gremiales que los nuclean, mediante intercambios y transmisiones a través de las plataformas Zoom y Youtube.

Durante toda esta etapa, se ha llevado a cabo una variedad de actividades con técnicas y técnicos, apuntando a que un centenar participe como extensionistas de los proyectos prediales y así lograr la meta del programa.

En este sentido, se han mantenido diferentes reuniones con organizaciones que los nuclean a nivel nacional y departamental.

### **VISIBILIZANDO PROCRÍA: DESDE LO INSTITUCIONAL A LO ACADÉMICO**

Si bien el pasado abril se comenzó con la labor del equipo de comunicaciones específicamente, otros equipos

ya se encontraban trabajando con diferentes temas o dimensiones, con referencia en los aspectos académicos, de convocatorias técnicas, de coordinación general, entre otras. Las inscripciones para técnicos y productores para ser parte de la propuesta comenzaron el 2 de julio y se extendieron en una primera instancia hasta el 17 de agosto, con una prórroga de una semana para atender la gran demanda generada.

El lanzamiento y las primeras instancias públicas de PROCRÍA contaron con una gran presencia institucional.

El 2 de julio, en la Torre Ejecutiva, el Programa fue presentado como parte de las políticas estratégicas del sector agropecuario en la actual administración, lo que permitió su posicionamiento. En esa oportunidad estuvieron presentes las máximas autoridades institucionales, ministeriales y parlamentarios, la vicepresidenta de la República en su carácter de presidenta interina, Ing. Carolina Cosse, el titular del MGAP, Dr. Alfredo Fratti y el coordinador del Programa PROCRÍA, Ing. Agr. Santiago Scarlato.

Evento de lanzamiento de PROCRÍA

Acceda **AQUÍ**



Pocos días después, el 23 de agosto en el Palacio Legislativo se realizó el seminario técnico “Ganadería de cría: experiencias e innovación para una política pública transformadora”, en el que se analizó la ganadería de cría como motor de desarrollo rural y se presentaron antecedentes que nutren la metodología de trabajo propuesta. La participación de académicos, técnicos y productores enriqueció el debate y consolidó el respaldo institucional.

Acceda a las presentaciones del seminario técnico a través del canal Youtube del Plan Agropecuario

Acceda **AQUÍ**



Foto: Equipo de Comunicación de Procría

\*\*Las duplas técnicas en el territorio integradas por referentes del Instituto Plan Agropecuario, Dirección General de Desarrollo Rural y cuando corresponde del Instituto Nacional de Colonización, tienen como rol principal acompañar y dar seguimiento al trabajo de las y los extensionistas con productoras y productores, tanto en el plano individual como grupal. Al mismo tiempo, actúan como nexo entre el equipo de coordinación técnica del programa, las instituciones a las que reportan y quienes realizan el trabajo técnico, coordinando, dando coherencia en la ejecución del programa a nivel territorial y siendo la primera referencia ante dudas y consultas de las y los extensionistas.

**Cuadro 1** - Actividades realizadas en el marco de la estrategia de comunicación de PROCRIA (Mayo - agosto 2025).

Medios de prensa	Medios digitales	Actividades en territorio	Capacitación interna
-Prensa escrita -Prensa radial -Televisión	-Redes sociales -Sitio web PROCRIA -Audiovisuales/ testimoniales	-Charlas en territorio y virtuales -Evento lanzamiento PROCRIA -Seminario experiencias extensión	-Participación en talleres internos -Diseño de identidad visual -Materiales de apoyo
-Entrevistas en medios locales y nacionales. -Emisión de Campaña de bien público PROCRIA en televisión y radio	-Difusión de contenido audiovisual, notas web institucionales, piezas gráficas, campaña de bien público	-Encuentros con productores, instancias de sensibilización, capacitaciones locales, eventos institucionales	-Instancias de formación para el funcionariado

Nota: Todas estas acciones se estructuraron bajo una campaña comunicacional de promoción del Programa, que incluyó el diseño de la identidad visual de PROCRIA.

Estas actividades no solo dieron visibilidad al Programa, sino que reforzaron su legitimidad como una propuesta construida y respaldada por la institucionalidad agropecuaria uruguaya (Cuadro 1).

## PRÓXIMOS PASOS

En el marco del Programa se encuentra trabajando un grupo académico integrado por referentes de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (Udelar), INIA, el Plan Agropecuario y el SUL.

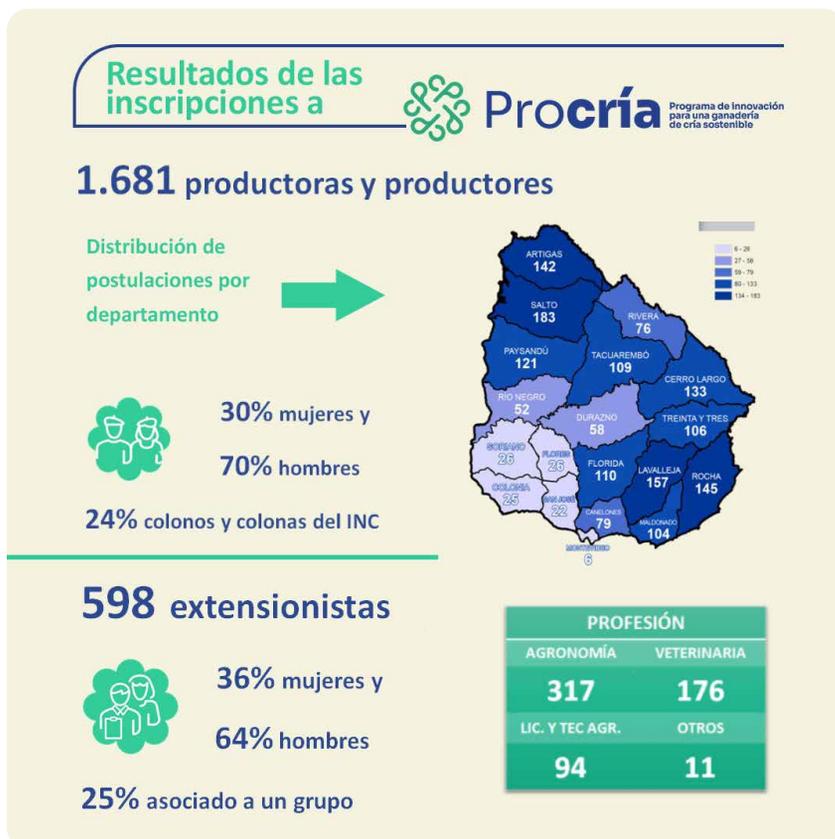
Este equipo interinstitucional ha diseñado y asumirá la docencia en el curso destinado a extensionistas preseleccionados. La capacitación, con una duración de seis semanas, busca brindar bases técnicas y metodológicas que permitirán abordar de forma sólida las intervenciones en las unidades productivas y la facilitación del trabajo grupal de productoras y productores.

Paralelamente, se desarrollará el proceso de selección de productoras y productores, integrando la información de la convocatoria con información del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG), la DGDR, INC, entre otras fuentes.

## LOS IMPACTOS QUE SE ESPERAN

El camino comenzó a transitarse, más de 1.680 productoras y productores y 600 técnicas y técnicos se inscribieron para ser parte de este nuevo desafío que busca mejorar el desempeño económico, aumentando la eficiencia reproductiva y productiva

PROCRIA se construye en base al abordaje de coinnovación y al uso de tecnologías de proceso validadas por la investigación nacional.



**Cuadro 2** - Síntesis de las diferentes etapas de PROCRIA a nivel predial y sus respectivas acciones de comunicación.

	Año 1 (2025)	Año 2 (2026)	Año 3 (2027)	Año 4 (2029)	Año 5 (2030)
Trabajo en predios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convocatoria/selección de productoras/es y extensionistas.</li> <li>Inicio del acompañamiento predial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rediseño predial.</li> <li>Aporte de información a la base de datos del Programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predios rediseñados.</li> <li>Aporte de información a la base de datos del Programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Predios rediseñados.</li> <li>Aporte de información a la base de datos del Programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cierre del acompañamiento a predios.</li> <li>Análisis de resultados en términos metodológicos, económico/productivos, ambientales y sociales.</li> </ul>
Acciones de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplia difusión de PROCRIA para promover la participación de interesados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyo en la capacitación a productoras/es y extensionistas.</li> <li>Difusión del trabajo en predios y avances del Programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuentros anuales de intercambio con productoras/es y extensionistas.</li> <li>Difusión de resultados preliminares integrando información de la base de datos del Programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encuentros anuales de intercambio con productoras/es y extensionistas.</li> <li>Difusión de casos de éxito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistematización de experiencias.</li> <li>Realización de seminarios locales y evento nacional.</li> <li>Difusión de aprendizajes y resultados a diferentes niveles (productivo, académico, político, etc.).</li> </ul>

de los sistemas de cría; reducir la huella ambiental mediante un mejor manejo del campo natural y del rodeo; fortalecer las redes locales de productores y técnicos y, a la vez, generar aprendizajes colectivos. En definitiva, consolidar un modelo interinstitucional de trabajo replicable en otras cadenas y territorios.

### UNA APUESTA A LARGO PLAZO

PROCRIA es más que asistencia técnica: es una forma de que instituciones, técnicos y productores trabajen juntos para transformar la ganadería de cría. El plan de comunicación desplegado hasta el momento demuestra que, con mensajes claros y presencia en todos los canales, es posible generar interés, motivar la participación y construir un sentido de pertenencia. Se prevé que este plan sea reflejo de las diferentes etapas del Programa (Cuadro 2).

En definitiva, el éxito de PROCRIA dependerá tanto de las mejoras productivas y ambientales alcanzadas como de la capacidad de transmitir, inspirar y sostener el cambio.



Foto: Equipo de Comunicación de Procria

Apertura del Seminario técnico realizado en el Palacio Legislativo.

El plan de comunicación desplegado hasta el momento demuestra que, con mensajes claros y presencia en todos los canales, es posible generar interés, motivar la participación y construir un sentido de pertenencia.



Foto: Equipo de Comunicación de Procría

Mesa de intercambio de experiencias y aprendizajes durante el Seminario de Procría.

# PROCRÍA

## El desafío de aprender de la experiencia para impulsarse al futuro

Ing. Agr. Clara Villalba Clavijo

Referente de Producción Familiar

Las personas aprenden a través de la experiencia donde la interacción con otras/os es fundamental. Las organizaciones por tanto, también son capaces de aprender y así ir delineando sus trayectorias. Poder dar cuenta de esos procesos es clave a la hora de plantear políticas públicas.

### EL CONTEXTO ESPECÍFICO

El 23 de julio se llevó a cabo el Seminario: “Ganadería de cría: experiencias e innovación para una política pública transformadora”, en el Palacio Legislativo, como parte de una serie de acciones destinadas a difundir el Proyecto PROCRÍA, que lidera el Instituto Plan Agropecuario y se lleva adelante en conjunto con la institucionalidad agropecuaria.

En la mañana, luego de la apertura y bienvenida, se realizó una instancia moderada por Ignacio Paparamborda, en la que se llevaron a cabo presentaciones institucionales sobre experiencias, recorridos institucionales, rediseños de las políticas públicas y aprendizajes de DGDR - MGAP, SUL, IPA, INIA, FAgro - Udelar, CNFR. A la tarde, se realizó una mesa redonda integrada por Julia Varga y Wilson Delgado, familia productora de Sarandí del Yí (Durazno),

Florencia Meijides (técnica extensionista), Gabriel Ísola (director de DGDR) y Santiago Scarlato (presidente del IPA y coordinador del PROCRÍA), moderada por Clara Villalba.

El objetivo del intercambio fue visibilizar los resultados en términos de aplicación de metodologías y resultados de las experiencias interinstitucionales e investigaciones descritos y analizados a la mañana. Especialmente, se compartieron experiencias vividas a partir del Proyecto Ganadería y Clima a través de una familia productora y una técnica en representación de todos los técnicos/as que participaron en el proyecto.

### FAMILIA PRODUCTORA - TÉCNICA/O: UN DIÁLOGO PARA APRENDER

El diálogo comenzó situando la realidad productiva del predio liderado por Julia Varga y Wilson Delgado. Es un establecimiento cercano a Sarandí del Yí con una superficie de 69 hectáreas propias y 46 hectáreas arrendadas al Instituto Nacional de Colonización. Es un sistema criador bovino y ovino, gestionado en forma conjunta por la pareja. Tienen una hija que es mayor y no vive en el establecimiento.

Se indaga a través de preguntas disparadoras y ordenadoras del diálogo. La primera pregunta fue: ¿cómo ha sido vuestra participación en estos proyectos en los diferentes niveles: técnico-productivo, socio-vincular con técnicos y otros productores en los grupos?

*"El nivel de trabajo era muy arduo y muchas las horas" Julia Vargas.*

*"Hacíamos la recorrida en el campo, después veníamos a casa y nos sentábamos mate de por medio. Ahí empezaban los intercambios y las discusiones 'en una buena' a veces ganaba yo, a veces perdía, pero la íbamos llevando..." Wilson Delgado.*

La productora comienza respondiendo que "el nivel de trabajo era muy arduo y muchas las horas de trabajo". Ella autodefine sus características como productores de la siguientes manera: i) valoran el aprendizaje en base a lo que se puede aprender en otros establecimientos, ii) entiende ese aprendizaje como una adaptación-apropiación de las tecnologías observables (no una mera copia), iii) tienen experiencia de participación de distintos proyectos vinculados a la institucionalidad pública, iv) han constatado la dificultad de la sostenibilidad posterior a la finalización de los proyectos, v) valoran muy positivamente la asistencia técnica y el aprendizaje emergente de ella. Explica que en el proyecto Ganadería y Clima solo se financió la asistencia técnica. No hubo fondos para otro tipo de variable.

En la descripción del proceso de inicio de interacción con el técnico extensionista, Wilson destaca que "era en pandemia y era un técnico de Montevideo, que les pedía papeles y eso molestaba un poco y daba desconfianza". Esta caracterización que realiza el productor sobre su propio proceso de inicio en la interacción con el técnico extensionista del proyecto da cuenta de sus expectativas, sus preconcepciones de roles y sus resistencias. El gran desafío en la actividad de extensión es generar la confianza que permita la interacción, el aprendizaje, el cambio de comportamiento y, finalmente, la innovación en la realidad concreta de ese establecimiento y esa familia. A la hora de expresar cómo se dio el cambio –actitudinal– que permitió después los cambios tecnológicos Wilson decía: "queríamos que el técnico nos enseñara nuevas formas para hacer las cosas para trabajar menos. Así comenzó a generarse la confianza con el técnico: hacer la recorrida en el campo, después venir a la casa y sentarse mate de por medio y ahí empezaban los intercambios y las discusiones "en una buena" a veces ganaba yo, a veces perdía, pero la íbamos llevando... yo probé al técnico: le pregunté a ver si compraba o no fardos... porque tenía que convencerme".

Esta reflexión realizada por el productor connota momentos de resistencia y de docilidad alternados, propios de los procesos de aprendizajes mutuos



Foto: Equipo de Comunicación de Procría

Ignacio Paparamborda coordinó el espacio de presentaciones institucionales durante la mañana del Seminario.

*"Los momentos de resistencia y de docilidad alternados son propios de los procesos de aprendizajes mutuos entre roles diferentes (productores y técnicos)"*  
Pichon Riviere (1967).

entre roles diferentes (productores y técnicos) Pichon Riviere (1967). Las fases de resistencia son parte del camino que se recorre para la ampliación de la zona de desarrollo próximo<sup>1</sup> (ZDP) según Vygotsky (1934), (1989). La fase de docilidad es cuando se descubre de algún modo –en general, vía analogías– que el nuevo conocimiento tiene relación directa con alguno que la persona ya posee y maneja. Es esta fase del proceso la que vuelve al conocimiento significativo para la persona y por tanto lo integra a su estructura de pensamiento y conducta, Ausubel (1983). Eso permite la incorporación de ese conocimiento como práctica cotidiana y, como consecuencia, la innovación. Esta fase de integración de un conocimiento significativo es una de las características que vuelve sostenible los resultados de los proyectos y, por tanto, la innovación. El productor menciona dentro de las innovaciones: planificar a mediano plazo, en especial la producción de campo natural y determinar las necesidades y tipo de reservas forrajeras.

Dado que este artículo se enfoca en la temática de los aprendizajes de los actores involucrados en el proceso con roles diferentes se traerá la voz de la técnica extensionista: Florencia Meijides. Ella aclara que está en la mesa en representación de todos los técnicos que trabajaron en el proyecto Ganadería y Clima y que intentará realizar el resumen de la opinión de todos los técnicos.

Sobre trabajar en el enfoque de coinnovación, destaca que las etapas y el orden claro es la base robusta de los procesos para que sean sostenibles. También describe el proceso de aprendizaje de los y las técnicas que participan del proyecto. En sus propias palabras:

"Si bien las problemáticas de la ganadería son las mismas en todo el país, las soluciones<sup>2</sup> se adaptan a cada predio y es un traje a medida que se va construyendo. Es todo lo contrario a la "receta". Es ajustar las tecnologías a la problemática de cada predio. A veces las primeras cinco visitas son "incómodas" porque se basan mucho en la necesidad y análisis de

los registros –una actividad que en general es molesta para los/as productores/as– pero decisiva para tomar decisiones con base científica y también es el momento donde se construye o no el vínculo de confianza que excede lo productivo. Una se vuelve parte del sistema de gestión del predio. Hay un trabajo en equipo".

Esta mirada que manifiesta la opinión de los técnicos y las técnicas participantes del Proyecto Ganadería y Clima dan cuenta de la figura del "sastre tecnológico", denominado así por Simondón (2007), Von Hippel (1994). Es el actor del proceso de construcción del conocimiento en la fase de apropiación y adaptación del conocimiento. Este rol, en el sistema de apropiación del conocimiento y de innovación en el sistema agropecuario, lo ocupa el extensionista, especialmente con la producción familiar y/o predios medianos.

Meijides refuerza lo manifestado por los productores en términos de generación de confianza y añade un elemento clave a la hora de evaluar la confianza que es el tiempo para la construcción del código común y el reconocimiento de los aprendizajes mutuos. "La caracterización y el diagnóstico deben estar consensuados con la familia productora, todo esto genera aprendizajes mutuos y un lenguaje común para entenderse recíprocamente, cambian los términos y la argumentación en las discusiones. Ya no en términos de lindo o feo (el campo, la vaca, etc.) si no, en función de los objetivos".



Mesa de la tarde: intercambio de experiencias.

<sup>1</sup>La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) según Vygotsky es la distancia entre lo que un individuo puede hacer por sí solo y lo que puede lograr con la cooperación de una o más personas con capacitaciones diferentes a las propias. Puede ser un técnico extensionista u otros productores. Es el espacio donde el aprendizaje y el desarrollo cognitivo ocurren de manera más efectiva.

<sup>2</sup>Si bien, las tecnologías son las mismas la combinación de ellas es diferente para cada predio.

Por otra parte, la técnica evalúa como muy positivo el proceso de aprendizaje específicamente en extensión rural con evidencia concreta: “Además, todos los técnicos y las técnicas que formamos parte del proyecto Ganadería y Clima seguimos usando la misma metodología que aprendimos en el proyecto”.

### UNA REFLEXIÓN SOBRE LO ESCUCHADO...

Para finalizar podemos plantearnos la reflexión en términos de la innovación como parte de la democratización del conocimiento.

La innovación como medio para la inclusión socio económica comporta el reconocimiento de diferentes tecnosferas y marcos tecnológicos. Como parte de ellas, emergen y se desarrollan trayectorias sociotécnicas diversas sobre procesos productivos de base biológica “semejante” pero diferente base cultural y social, por lo que, el producto final (bienes y/o servicios rurales) tendrá propiedades distintas como cualidades y atributos emergentes de sus bases (Villalba, 2020).

Asimismo, siguiendo a Arocena y Sutz (2014), la democratización del conocimiento exige y necesita tender hacia la generalización de los aprendizajes que expanden las capacidades y libertades, individuales y colectivas. Las desigualdades en el uso del conocimiento tienen que ver, ante todo, con las diferentes posibilidades de acceder a la educación y procesos de aprendizaje colectivos como los involucrados en el despliegue de este tipo de proyectos de asistencia técnica y extensión rural.

Finalmente, si se realiza la trazabilidad del conocimiento científico devenido en tecnologías (en este caso agropecuarias), es posible trazar algunos recorridos posibles de las innovaciones con base social. Estas se basan en aquellos procesos que logran transformar los cambios y las experiencias vividas en grupos de productores y con los extensionistas, en conocimiento significativo para cada familia productora.

### BIBLIOGRAFÍA

Arocena, Rodrigo. (2014). La investigación universitaria en la democratización del conocimiento. Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad, 9(27), 85-102. Recuperado en 30 de julio de 2025, de [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132014000300006&lng=es&tng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132014000300006&lng=es&tng=es)

Ausubel – Novak – Hanesian. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo .2° Edición TRILLAS México.

Pichón Riviere. (1967 – 1977). Del psicoanálisis a la psicología social. Recopilación F. Fabris y J. Pichón Riviere. Ed. Planeta.

Simondon, Gilbert. (2007). El modo de existencia de los objetos técnicos. Primera edición. Buenos Aires. Prometeo Libros.

Villalba, Clara. (2020). Aportes al Sistema de Asistencia Técnica y Extensión rural con la Agricultura Familiar. Experiencias en Uruguay. IICA – MGAP.

<http://opac.biblioteca.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=139759>

Von Hippel. (1994). The Sources of Innovation. Oxford University Press

Vygotski, Lev. (1934). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. (1989) en español por Editorial Crítica.



Foto: Equipo de Comunicación de Procría

De izquierda a derecha: Santiago Scarlato (Ing. Agr. Pte del IPA y Coordinador del PROCRÍA), Julia Vargas y Wilson Delgado (productores de Cooperativa El Fogón), Florencia Meijides (Ing. Agr. extensionista), Clara Villalba (Ing. Agr. Referente de Producción familiar en INIA), Alfredo Fratti (Dr. Vet. Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay), Gabriel Ísola (Ing. Agr. Director de Dirección General de Desarrollo Rural – MGAP).



# COINNOVACIÓN PARA LA ASISTENCIA TÉCNICA PREDIAL Y SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE SISTEMAS GANADEROS FAMILIARES SOSTENIBLES

Ing. Agr. Dra. Verónica Aguerre<sup>1</sup>,  
Lic. Soc. PhD. Mariela Bianco<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIA

<sup>2</sup>Fagro - Udelar

En este artículo se presentan resultados de un trabajo de investigación reciente, con el objetivo de caracterizar a la coinnovación como modalidad de asistencia técnica predial, en el entendido de que es la base para impulsar la transformación de la ganadería familiar uruguaya asociada a su intensificación ecológica.

## INTRODUCCIÓN

En el número anterior de la Revista INIA [Acceda AQUÍ](#) presentábamos un trabajo de investigación reciente que estudió, bajo el lente de transiciones sostenibles, una secuencia de proyectos de investigación institucionales basados en coinnovación e intensificación ecológica (Aguerre, 2025). Allí, dábamos cuenta del desarrollo de un nicho socio-técnico (Aguerre y Bianco, 2023),

que puede pensarse como la semilla para una transformación de la ganadería familiar en Uruguay. Sin embargo, para conseguir dicho efecto transformador, se requieren acciones coordinadas para fortalecerlo y expandirlo y así avanzar en el proceso de cambio. El trabajo en predios, con una modalidad conjunta entre familias y extensionistas, constituyó el factor clave del proceso analizado. Por ello, una política pública de extensión para la ganadería familiar que promueva esta

modalidad de intervención sería una oportunidad para escalar y avanzar en el proceso de transformación de la ganadería asociada a su intensificación ecológica (Paparamborda *et al.*, 2023; Ruggia *et al.*, 2021).

La lógica vertical de transferencia de tecnología, asociada a la promoción de tecnologías de insumos externos no ha sido eficaz en la ganadería familiar, donde se demandan tecnologías de proceso (De Hegedüs & Pauletti, 2022), que no están necesariamente comprendidas en un formato físico y requieren de conocimiento contextualizado. Una lógica horizontal donde el conocimiento se construye y adapta de forma compartida resultaría más adecuada.

En este artículo se presentan, sintéticamente, resultados de un trabajo de investigación reciente (Aguerre y Bianco, 2024), con el objetivo de caracterizar en forma detallada esta modalidad de trabajo con productores que denominamos “coinnovación para la asistencia técnica predial”, en el entendido de que es la base para el escalamiento del nicho e impulsar la transformación de la ganadería familiar uruguaya asociada a su intensificación ecológica.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES, ETAPAS Y ESTRATEGIAS DE TRABAJO**

Siguiendo el enfoque de coinnovación, la asistencia técnica se basa en visitas mensuales de un extensionista al predio ganadero, para interactuar con la familia y acordar cambios radicales en la gestión del predio alineados con los principios técnicos de la intensificación ecológica. En el proceso se integran los conocimientos científico-técnicos de extensionistas con los conocimientos y la experiencia de la familia en un diálogo horizontal, con la finalidad de mejorar la sostenibilidad del sistema productivo y ayudar a la familia a alcanzar sus objetivos, lo que requiere de un enfoque sistémico y una planificación a mediano/largo plazo.



Vínculo horizontal y de cercanía.

Implementar coinnovación implica transitar por las etapas de caracterización y diagnóstico, propuesta de rediseño e implementación, monitoreo y ajustes, durante un proceso de al menos cuatro años de trabajo conjunto. Las etapas se van superponiendo, pero a su vez cada una apunta a generar productos concretos, que hay que ir logrando para avanzar en el proceso (Cuadro 1).

En el proceso se integran los conocimientos científico-técnicos de extensionistas con los conocimientos y la experiencia de la familia en un diálogo horizontal, con la finalidad de mejorar la sostenibilidad del sistema productivo y ayudar a la familia a alcanzar sus objetivos, lo que requiere de un enfoque sistémico y una planificación a mediano/largo plazo.

**Cuadro 1** - Etapas de trabajo y sus objetivos.

Caracterización y diagnóstico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender objetivos de la familia.</li> <li>• Conocer estructura, funcionamiento y resultados del sistema productivo.</li> <li>• Identificar y acordar fortalezas y debilidades.</li> <li>• Construir vínculo de confianza entre familia y extensionista.</li> </ul>
Propuesta de rediseño
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acordar una meta a futuro (cuatro años) de estructura, funcionamiento y resultados del predio.</li> <li>• Acordar un plan de implementación para llegar a esa meta (calendario de actividades).</li> </ul>
Implementación, monitoreo y ajustes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompañar la implementación del rediseño acordado, operativizado con el calendario de actividades definido.</li> <li>• Monitoreo de la evolución del sistema.</li> <li>• Implementación de ajustes o cambios si es necesario.</li> </ul>

Asimismo, el análisis de la práctica de este abordaje en el nicho identificado permite recomendar estrategias de trabajo para utilizar en cada una de las etapas (Cuadro 2). Estas características de la coinnovación como modalidad de intervención permiten ubicarla dentro de los enfoques alternativos para la extensión (Alemany & Sevilla-Guzmán, 2006), con un abordaje dialógico para la asistencia técnica en predios.

En este proceso se conjuga el conocimiento de los/las extensionistas y de la familia, en donde el conocimiento técnico busca aportar a la familia en la construcción una nueva visión y encuadre de los problemas del sistema, al diseño de soluciones y a su implementación. Esto requiere de un nivel profundo de comprensión mutua en donde la participación real incluye a las familias en la decisión de qué problemas se van a abordar

**Cuadro 2** - Estrategias de trabajo recomendadas para cada etapa.

<p>Caracterización y diagnóstico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ver mucho, preguntar bastante, escuchar mucho y opinar poco al principio.</li> <li>✓ Integrar a todo el núcleo que toma decisiones.</li> <li>✓ Indagar objetivos de la familia considerando la producción como un modo de vida.</li> <li>✓ Cuantificar el funcionamiento y los resultados del predio tres años hacia atrás.</li> <li>✓ Si hay huecos de información, estimarla con criterio.</li> <li>✓ Identificar áreas de mejora:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alinear parámetros de referencia y comparar con el alcanzable.</li> <li>○ Identificar cosas que se hacen bien, pero que no están generalizadas.</li> <li>○ Identificar qué pasa si se modifican algunos indicadores.</li> </ul> </li> <li>✓ Ver la coherencia entre lo que pretendían de su predio y lo que estaban haciendo.</li> <li>✓ Elaborar árboles de problemas, jerarquizando e identificando relaciones de causalidad.</li> <li>✓ Discusión y acuerdo del diagnóstico:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Preparar materiales de apoyo para la discusión.</li> <li>○ Respetar los tiempos de cada familia para ir logrando sintonía.</li> </ul> </li> </ul>
<p>Propuesta de rediseño</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Desafiar a la familia para pensar algo distinto y mejor para el predio.</li> <li>✓ Base técnica en intensificación ecológica, se debe adaptar a cada caso.</li> <li>✓ Trabajar por aproximaciones sucesivas.</li> <li>✓ Partir de las áreas de mejora y de las causas identificadas en el árbol de problemas para identificar los caminos de solución.</li> <li>✓ Construir diferentes escenarios “virtuales” para discutir posibilidades.</li> <li>✓ Acordar las estrategias generales de cambio.</li> <li>✓ Elaborar una propuesta o varias propuestas de rediseño. Evaluar resultados esperados, costos y mano de obra.</li> <li>✓ Armar un plan de transición desde la situación actual hacia la situación meta de la propuesta.</li> <li>✓ Armar un calendario de tareas a futuro.</li> <li>✓ Discusión y acuerdo del rediseño a implementar:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Preparar materiales de apoyo para la discusión.</li> <li>○ Respetar los tiempos de cada familia para ir logrando sintonía.</li> <li>○ Recordar el acompañamiento frecuente del extensionista durante la implementación.</li> <li>○ Asegurar un plazo de trabajo razonable para cumplir con las metas (3 años).</li> </ul> </li> </ul>
<p>Implementación, monitoreo y ajustes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La implementación de cambios comienza desde las primeras visitas</li> <li>✓ Priorizar la planificación estratégica y de largo plazo.</li> <li>✓ Contemplar las demandas del productor y su visión del día a día.</li> <li>✓ Mantener la visión sistémica y jerárquica para promover la implementación de las estrategias acordadas. Confrontar en las cosas importantes.</li> <li>✓ No reprochar por cosas que no se hicieron, mirar hacia adelante y argumentar el impacto o costo de no hacer esos cambios estratégicos.</li> <li>✓ Ser insistente y hacer un seguimiento cercano más allá de cada visita al predio.</li> <li>✓ Monitoreo de indicadores (económico-productivos, ambientales y sociales).</li> <li>✓ Realizar instancias de evaluación y reflexión frecuentes, por ejemplo, cierre de ejercicio agrícola, planificación anual de trabajo.</li> <li>✓ Apoyar a la familia para identificar momentos clave para tomar decisiones y qué aspectos observar y monitorear para tomarlas.</li> <li>✓ Ser flexible y realizar ajustes necesarios, adaptándose a cuestiones operativas y a cuestiones de contexto familiar.</li> </ul>



Compartiendo tareas de campo con la familia.

y, además, implica influir en el encuadre de estos problemas, el diseño de soluciones y la evaluación de los resultados. Se requiere un vínculo horizontal y basado en la confianza mutua, que se construye a partir de las actividades compartidas en los propios ámbitos de producción. Es por esto que las actitudes y habilidades para vincularse entre las personas se consideran esenciales en los/las extensionistas que implementen este enfoque, complementándose con una visión sistémica y conocimiento técnico sólido en intensificación ecológica.

## DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES PARA EL ESCALAMIENTO Y LA TRANSFORMACIÓN

El análisis de la secuencia de proyectos que conforma el nicho socio-técnico, permitió identificar dificultades en la implementación de coinnovación para la asistencia técnica predial, derivadas de la débil formación y de la falta de experiencia de los/las extensionistas en coinnovación e intensificación ecológica. La estrategia desarrollada para abordar estas debilidades fue la conformación de un equipo interdisciplinario para apoyar el trabajo de extensionistas, con baja presencia en el campo, pero que indirectamente nutrió las intervenciones.

En este contexto se considera como una ventana de oportunidad para el escalamiento del nicho el lanzamiento reciente del programa de innovación para una ganadería de cría sostenible que impulsara el MGAP: Procría [Acceda AQUÍ](#). Este programa tiene el objetivo de alcanzar a 1.000 productores, de perfil familiar y productores medianos, financiando asistencia técnica para mejorar la eficiencia reproductiva, generando una estructura técnica de apoyo, capacitación y soporte al trabajo de dichos técnicos.

Sin embargo, implementar este modelo alternativo de asistencia técnica basado en dicho marco de una política de extensión, plantea desafíos muy importantes, ya que no es posible ampliar las intervenciones sin recursos

humanos capacitados y compromiso institucional para diseñar una estructura de apoyo al trabajo de los/las extensionistas. En este sentido algunos de los desafíos principales para avanzar en la transformación de la ganadería familiar serán:

- Lograr alineación del enfoque para la asistencia técnica predial con coinnovación (metodológica) e intensificación ecológica (técnica).
- Seleccionar extensionistas comprometidos y reforzar su formación en habilidades relacionales, visión sistémica e intensificación ecológica.
- Diseñar una infraestructura de apoyo al trabajo de extensionistas, con equipos técnicos interdisciplinarios e interinstitucionales.
- Implementar instancias sistemáticas de formación y tutoría para extensionistas, con una propuesta acordada entre las organizaciones de I+D+I y adaptadas a la realidad regional.

## REFERENCIAS

- Aguerre, V. (2025). Tesis Doctorado Facultad de Agronomía. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/50009>.
- Aguerre, V., & Bianco Bozzo, M. (2024). Revista de Economía e Sociología Rural. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.279500en>.
- Aguerre, V., & Bianco, M. (2023). Journal of Rural Studies. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.12.003>.
- De Hegedüs, P. & Pauletti, M. (2022). Dinámicas de la información y el conocimiento: asistencia técnica y extensión rural en Uruguay desde la época colonial al presente. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Paparamborda, I. *et al.* (2023). Animal. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100953>.
- Ruggia, A. *et al.* (2021). Agricultural Systems. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103148>.



Instancia de devolución y reflexión con la familia.



Fotos: Proyecto Gestión del Pasto

# EVIDENCIAS Y RESULTADOS DEL PROYECTO GESTIÓN DEL PASTO



Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín<sup>1</sup>, Ing. Agr. Pablo Areosa<sup>1</sup>, Ing. Agr. Santiago Lombardo<sup>1</sup>, Ing. Agr. Italo Malaquín<sup>1</sup>, Ing. Agr. Francisco Dieguez<sup>1</sup>, Ing. Agr. Diego Cáceres<sup>2</sup>, Ing. Agr. Pedro de Hegedus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Plan Agropecuario

<sup>2</sup>Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

<sup>3</sup>Asesor independiente

Tras cinco años de trabajo, el proyecto Gestión del Pasto\* I llega a su cierre. Es un momento oportuno para hacer balance y compartir los principales aprendizajes obtenidos. Pero antes, vale la pena presentar una breve descripción del proyecto para quienes no lo conocieron de cerca.

## ¿QUÉ BUSCÁBAMOS CON EL PROYECTO?

El objetivo primordial fue lograr un mejor entendimiento de cómo los ganaderos gestionan el pasto. La razón de eso se apoya en que los ganaderos tienen un conocimiento muy valioso que es tácito y que es necesario, entenderlo antes que nada para luego rescatarlo. Como dijo Polanyi (1966), “saben más de lo que pueden decir”.

Por otra parte, el proyecto se propuso finalizar con un manual de buenas prácticas para la gestión del pasto. Todo esto significó, sistematizar y ordenar según un establecido, buscando la eficiencia, coherencia y la generación de nuevos conocimientos a través de la

En una jornada organizada en conjunto con INIA se presentó un productor que con 12 potreros y dejando sólo un libre, obtenía muy buen ingreso económico luego de pagar una renta cara. Complementaba esto el hecho de tener el ganado en muy buen estado, respaldado por muy buenos y estables porcentajes de marcación. Cuando se le preguntó ¿cómo manejaba el pasto?, contestó “y ...saco unas vaquitas de un potrero y las voy poniendo en otro y así me manejo todo el año”. La conclusión inmediata fue: el manejo del pasto por parte de este productor... es un arte. Ese tema nos quedó en la cabeza..., ¿no será posible entender y protocolizar ese arte y hacerlo disponible para todos?

Proyecto FPTA 356: “Coinnovación en la gestión del pasto para el manejo adaptativo y la sustentabilidad de los sistemas ganaderos.

reflexión crítica de experiencias o procesos. Implicó estructurar datos, o reconstruir procesos vividos para descubrir su lógica interna, aprender de ellos y mejorar futuras acciones.

### ¿QUÉ HICIMOS EN EL PROYECTO?

Se seleccionaron 25 establecimientos ganaderos (bovinos y ovinos) ubicados en todo el país. El muestreo se realizó por conveniencia, eligiendo aquellos que manejaran el campo natural de manera que les permitiera obtener resultados destacados.

Como marco teórico el proyecto se basó en los siguientes ejes:

- laboratorios vivos (Higgins *et al.*, 2011) en el marco de un enfoque sistémico, de innovación abierta y manejo adaptativo (Holling 1978).
- aprendizaje en escala ascendente (los talleres), Bateson (1972), Mezirow (1991), Argyris y Schön (1978). Cada establecimiento se consideró un «laboratorio vivo» y se inició un monitoreo que abarcó aspectos productivos, económicos, ambientales y sociales (ejercicios 2021/22, 2022/23, 2023/24).

Las variables monitoreadas y su frecuencia fueron: altura del tapiz de cada potrero (estacionalmente), peso del ganado bovino (estacionalmente), peso del ganado ovino (estacionalmente estimado). A partir de esta información se utilizó un índice para estimar un balance forrajero: Índice sobre Plato de Comida (Duarte *et al.* 2021). También se estimó la producción primaria neta área (PPNA). Toda esa información se registró en una plataforma llamada iPasto (Lombardo *et al.* 2021).

El objetivo principal del proyecto fue lograr un mejor entendimiento sobre cómo los ganaderos gestionan el pasto, entendiendo que cuentan con un conocimiento muy valioso basado en su experiencia.

Se recolectó información para estimar la producción de carne, los resultados económicos y los indicadores de desempeño ambiental. Se realizó una tipología de subjetividad y se calculó el balance de trabajo (Dieguez *et al.*, 2009). Se aplicó la herramienta ambiental ganadera (EMAG) (Becoña, 2020), el índice de integridad ecosistémica (IIE) (Blumetto, 2021) e indicadores de desempeño ambiental incluidos en la huella ambiental ganadera (Paruelo *et al.*, 2023).

Esta información se manejó en 150 talleres de diálogo —con frecuencia semestral— con ganaderos vecinos a cada laboratorio. La participación total fue de 1.921 participantes de los cuales 1.248 fueron productores. Los talleres fueron evaluados con foco en el aprendizaje adquirido. En la Figura 1 se presentan los aprendizajes destacados por los participantes en los talleres.

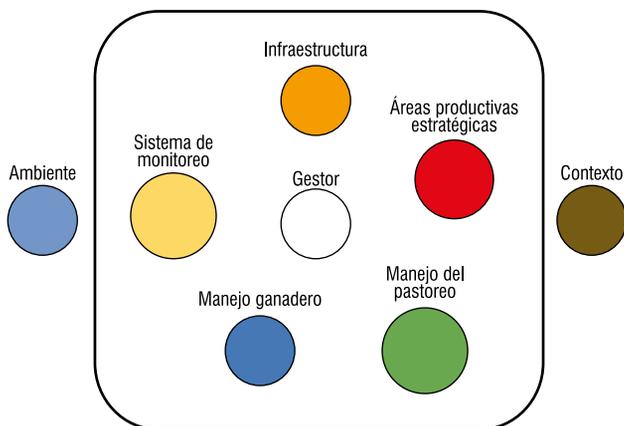
Además, y complementariamente a lo anterior, le preguntamos a los productores: ¿cuáles eran las buenas prácticas para la gestión del pasto?



Figura 1 - Talleres de diálogo y aprendizajes logrados.

## ¿QUÉ DIJERON LOS PRODUCTORES?

Los productores identificaron 28 buenas prácticas para la gestión del pasto. En un proceso de abstracción o de resumen, las podemos sintetizar en cinco grandes variables (macrovariables, Figura 2). Ellas son: infraestructura, áreas productivas estratégicas, manejo del pastoreo, manejo ganadero, y el sistema de monitoreo. También hay que tener en cuenta quién gestiona las macrovariables: el productor, la productora, la familia, el técnico, el encargado o el directorio. Lo anterior se ve influenciado, en forma recíproca por el contexto (económico, climático e institucional) y también por el ambiente (medio ambiente).



**Figura 2** - Modelo conceptual con las cinco grandes variables que hacen a la Gestión del Pasto, quien las maneja, el contexto y el ambiente.

- **Infraestructura:** incluye abrevaderos, empotramiento, sombra, caminos, instalaciones, uso de atractivos y su distribución de acuerdo a la heterogeneidad de la vegetación existente.
- **Áreas estratégicas productivas (APEs):** involucra los módulos de alta producción forrajera (MAPF) (Pereira Machín, 2017).
- **Manejo del pastoreo:** se refiere a considerar los factores morfogénicos que hacen al correcto funcionamiento de las plantas bajo pastoreo. Involucra la altura del pasto, la carga y por lo tanto la oferta de forraje, métodos de pastoreo, etc.
- **Manejo ganadero:** involucra el manejo animal, la genética adaptada al campo y la suplementación utilizada estratégicamente para mejorar la eficiencia en el uso del pasto.
- **Sistema de monitoreo:** son aquellas herramientas que nos permiten seguir de cerca las diferentes actividades para poder referenciarse y tomar decisiones (adaptación, anticipación, creación del cambio).

## ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

Cada macrovariable es de diferente importancia según el establecimiento (por eso los diferentes tamaños en el esquema).

Si a cada macrovariable la catalogamos como mala, buena o excelente, existen 243 posibles combinaciones. Esto nos permite afirmar lo siguiente: hay variabilidad y existen más combinaciones de lo que en la realidad funcionan.

La vinculación de las macrovariables nos hace acordar a un plato de tallarines, todas con todas, donde una repercute en varias y su vez hay respuestas recíprocas y no lineales. Esto se define como un sistema complejo. Las buenas combinaciones son las que sortean dificultades o desafíos que nos impone el contexto. Las empresas que lo logran se caracterizan por haber alcanzado un aprendizaje. A ello le llamamos "adopción sustentable", porque resulta de un proceso de reflexión que genera decisiones sólidas, basadas en la propia experiencia y la de otros productores más el asesoramiento técnico.

Para que ese aprendizaje perdure en las empresas es necesario lo que se llama "transmisión cultural" (Cavalli-Sforza *et al.* 1981), que puede ser entre familiares, o entre productores.

Quien gestiona las variables lo hace con información incompleta, y con una racionalidad limitada (Simon, 1957). El productor no maximiza, ni optimiza, simplemente trata de tomar la mejor decisión posible que lo satisfaga de acuerdo a las circunstancias.

## ALGUNAS PISTAS QUE NOS DA EL ANÁLISIS DEL MODELO A TRAVÉS DEL MONITOREO

En forma descriptiva, podemos decir que en términos generales los laboratorios en los tres ejercicios agrícolas trabajaron con altura promedio de 5 cm, punto de inflexión para lograr buenos desempeños: con un índice sobre plato de comida de 0,85, con proporciones del establecimiento mayores a 5 cm del orden del 36 % y a la entrada del invierno superiores al 20 % (valor muy superior a lo esperado).

Le mejor gestión del pasto resulta de un proceso de reflexión que genera decisiones sólidas, basadas en la propia experiencia y la de otros productores, más el asesoramiento técnico.

Analizando estadísticamente aquellas vinculaciones de importancia y significativas podemos decir lo siguiente:

- el empotramiento influye en la producción de carne. Independientemente del método de pastoreo, pues permite entre otras cosas una mejor administración del pasto.
- las áreas productivas estratégicas tienen un gran impacto en influenciar positivamente la altura promedio del pasto del establecimiento, por lo tanto, en la carga y entonces en la producción de carne.
- trabajar con pasto es fundamental. Se encontró que la proporción del área del establecimiento mayor a 5 cm (PEM5) se vincula fuertemente con la carga, la cual influye significativamente en la producción de carne. Más aun trabajar con pasto reduce el costo de producción del kilo de carne, evidenciándose eso sobre todo en los resultados en ejercicios donde los precios fueron en descenso.
- cuando los establecimientos tuvieron un promedio de 3 cm, la probabilidad de áreas con alturas mayores a 5 cm, fueron muy bajas.
- el índice sobre plato de comida promedio fue 0,85.
- los pastoreos intensivos (rotativos) se vinculan con mayor proporción de áreas productivas estratégicas y mayor producción de carne. Tienen a su vez mejor desempeño en años con sequías.
- es importante producir pasto, pero no a cualquier costo, es menester tener relaciones insumo-producto medias a bajas, eso no significa no gastar, si no que hacerlo inteligentemente.
- la suplementación debe ser realizada con el objetivo de mejorar la utilización del pasto.
- la proporción de campo natural impacta en la salud del agroecosistema: establecimientos con mayor área de campo natural presentan en general una mejor "salud". Además de dotarlos de resiliencia, resistencia y por lo tanto estabilidad.
- es importante tener un sistema de monitoreo para tomar decisiones.
- los productores deben tener tiempo para pensar. La reflexión es clave para el aprendizaje; puede ser grupal o individual.

Los productores ven la gestión del pasto de diferentes formas: algunos se inclinan más por la cuantificación (medir pasto, regla) y otros por la observación visual mediante el ojo entrenado (por ej., pezuña de vaca) (Figura 3). Se trata de dos lógicas diferentes, pero ninguna es mejor que la otra. La extensión debe trabajar con ambas ofertando herramientas para cada caso.

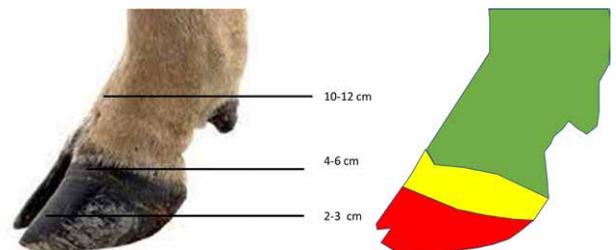
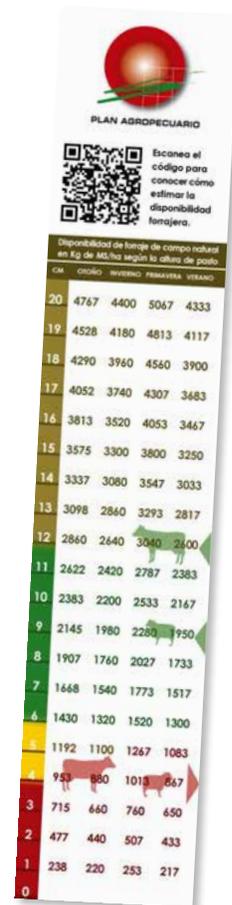


Figura 3 - Herramientas para medir y observar.

### ¿MANUAL O HERRAMIENTA?

Frente a problemas complejos las recetas en general no funcionan. Si lo hacen en ambientes más estables y predecibles (Roberts-Gaal X et al., 2025). En estos ambientes el manual es una forma apropiada para encarar las estrategias. En contextos cambiantes y poco predecibles lo que conviene es que cada persona (en este caso el productor) pueda desarrollar la mejor estrategia posible para la solución del problema.

Es así que hemos desarrollado una Herramienta de Aprendizaje de la Gestión Pastoral (Figura 3) con los siguientes objetivos:

- evaluar el estado actual de la gestión del pasto para poder referenciarlos.

Herramienta de evaluación y aprendizaje de la gestión pastoril

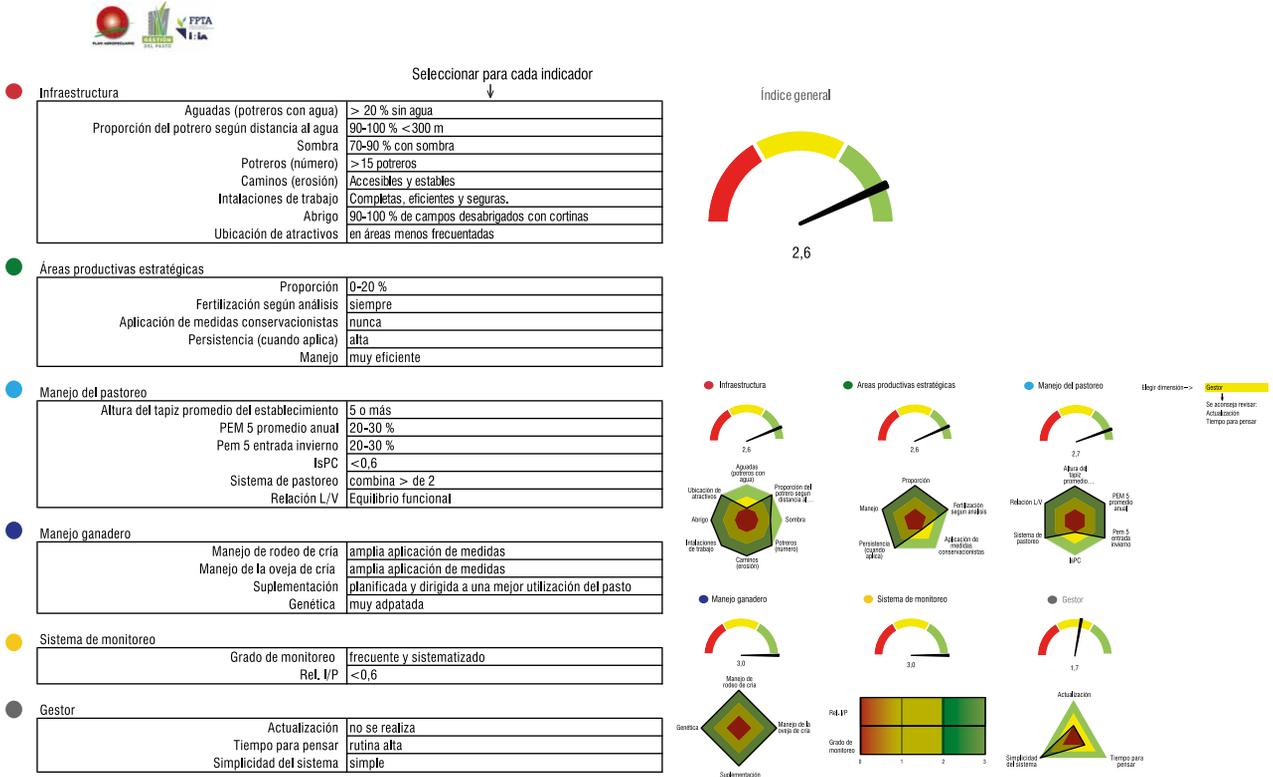


Figura 4 - Herramienta de aprendizaje de la gestión pastoril.

- identificar áreas de oportunidad de mejora.
- facilitar procesos de mejora continua o planificación técnica.
- aprender a través de la interacción con otros productores y los técnicos extensionistas.

Esta herramienta funciona de tal manera que cada uno debe reflexionar sobre cada macrovariable y sus subdimensiones internas. La herramienta arroja un resultado general del establecimiento que se ilustra en un velocímetro de tres colores (rojo = mala situación, introducir cambios, amarillo = comenzar a revisar situación y verde = situación correcta). Complementariamente, muestra los resultados parciales por macrovariable y los puntos que estarían sujetos a revisión por ser rojos o amarillos.

Cada ciclo de aplicación de la herramienta abre la puerta a nuevas preguntas, aprendizajes y mejoras.

La frecuencia de uso dependerá de nuevas situaciones a enfrentar, ya sea que estén ocurriendo o sean pronosticadas. El sistema de monitoreo será quien encenderá el llamado de atención para su aplicación.



Foto: Proyecto Gestión del Pasto

## CONSIDERACIONES FINALES

- Es un modelo conceptual con estructura sistémica.
- Se protocoliza el “arte de manejar el pasto” mediante el escalamiento del uso del índice sobre “plato de comida” y el desarrollo de una aplicación de uso rápido.
- El conocimiento de los productores constituye la arquitectura del modelo.
- Reconoce los límites humanos y organizacionales como parte del sistema.
- Define cinco macrovariables operativas y relacionales y un nodo decisional —el/la productor/a, familia, directorio (subsistema de decisión)—, apoyado en el uso de indicadores.
- Resignifica la adopción tecnológica e introduce los conceptos de laboratorio viviente, innovación abierta y aprendizaje en escala ascendente (los talleres).
- Incorpora un sistema de monitoreo que habilita la referencia (con uno mismo y con otros).
- Introduce la variable “tiempo para pensar” como factor estructural, escaso y estratégico. Es la reflexión para el aprendizaje.
- Funciona como herramienta de aprendizaje, no solo de diagnóstico; habilita la evaluación y el referenciamiento.
- Los participantes del proyecto en su mayoría (89 %) manifestaron haber aprendido algo nuevo o haber incorporado nuevas ideas.
- Quedó conformada una comunidad de práctica en torno a una temática.
- Quedó desarrollada una plataforma para el ingreso y manipulación de datos (Ipasto).
- Trasciende la guía técnica y se convierte en un instrumento de desarrollo de capacidades.

No hay recetas para navegar la complejidad. Lo que hay son brújulas, no mapas.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a todos aquellos que nos ayudaron de una forma u otra para que esto fuera posible. Al equipo técnico del Plan Agropecuario, al equipo de administración, a la junta directiva del IPA (saliente y entrante), a todos los productores —nuestros socios— a todos los participantes de las actividades, al MGAP, a INIA, al profesor José Paruelo, al profesor Pedro de Hegedus y a Francisco Dieguez.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bateson, G. (1972). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. San Francisco, CA: Chandler Publishing Company. <https://ejc.orfaleaceutor.uccb.edu/wp-content/uploads/2017/06/1972.-Gregory-Bateson-Steps-to-an-Ecology-of-Mind.pdf> acceso 20/8/2025.
- Becoña G, Ledgard S, Astigarraga L, Lizarralde C, Dieguez F, Morales H. (2020). EMAG- National model to evaluate environmental impacts of cattle production systems in Uruguay. *Agrociencia*. Uruguay 24(2):48 [https://www.researchgate.net/publication/344045427\\_EMAG\\_-National\\_model\\_for\\_evaluating\\_environmental\\_impacts\\_of\\_cattle\\_production\\_systems\\_in\\_Uruguay](https://www.researchgate.net/publication/344045427_EMAG_-National_model_for_evaluating_environmental_impacts_of_cattle_production_systems_in_Uruguay) Accessed 15/10/2024.
- Acceso: 12/12/24
- Blumetto O (2021). Índice de integridad ecosistémica: una práctica herramienta para la evaluación del estado de los ecosistemas bajo uso productivo. *Revista de 67, INIA*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16165/1/Revista-INIA-67-Dic-2021-22.pdf> Acceso: 20/6/2024.
- Cavalli-Sforza L. L & Feldman M W (1981). *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton University Press.
- Dieguez F, Duarte E, Saravia A (2009). El trabajo en las explotaciones agropecuarias. En *Familias y Campo. Rescatando estrategias de adaptación. Proyecto Integrando conocimientos. Plan Agropecuario*.
- Duarte M, Fernández J, Ghelfi M, Cesar R, Herrera V, Altieri P (2021). El índice sobre el plato de comida (IsPC) en el nuevo proyecto gestión del pasto. *Revista 179. Plan Agropecuario*. [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/195\\_3029.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/195_3029.pdf) Acceso: 18/5/24.
- Higgins A, Klein S (2011). Introduction to the Living Lab Approach. In: Tan, YH., Björn-Andersen, N., Klein, S., Rukanova, B. (eds) *Accelerating Global Supply Chains with IT-Innovation*. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15669-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15669-4_2) Acceso: 3/03/2024.
- Holling CS. (1978) *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Chichester, UK: John Wiley and Sons. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/823/1/XB-78-103.pdf> Acceso: 2/2/2024.
- Lombardo S, Pereira Machín M (2021). iPasto, una plataforma para mejorar la gestión del pasto en ganadería. *Revista 179 Plan Agropecuario*. [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/195\\_3039.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/195_3039.pdf) Acceso: 20 /9/2024.
- Mezirow, J. (1991). *Transformative Dimensions of Adult Learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Paruelo J, Cazzulli F, Gallego F, Camba G, Lombardo S, Pereira M, Staiano L (2023). Ejemplo de aplicación de indicadores sinópticos a nivel predial y la creación de índices de desempeño ambiental. En: *Indicadores de desempeño ambiental para sistemas agropecuarios del Uruguay. Serie técnica 266*. INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17442/1/st-266-2023.pdf> Acceso: 9/7/2024.
- Pereira Machín M (2017). Opciones de intensificación y exploración de la multifuncionalidad de nuestros campos para la ganadería extensiva de Uruguay. *Revista 162. Plan Agropecuario*. [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/174\\_2692.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/174_2692.pdf) Acceso: 19/1/2024,
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Garden City, NY: Doubleday & Company.
- Simon, H A (1957). *Models of Man: Social and Rational. Mathematical Essays on Rational Human Behaviour in a Social Setting*. Wiley.
- Roberts-Gaal X, Bolic M, Cushman F. (2025). Environmental variability shapes the representational format of cultural learning. *PNAS*. <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2505283122> Acceso: 19/08/2025.



Foto: Proyecto FPTA 383

# TOMATE CERTIFICADO BAJO NORMAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA CON USO DE BIOINSUMOS: un nuevo producto en el mercado

Ing. Agr. MSc. Carolina Fasiolo<sup>1</sup>, Ing. Agr. MSc. Adriana Vieta<sup>2</sup>, Ing. Agr. Cecilia Orihuela<sup>2</sup>, Ing. Agr. Fabiana Osorio<sup>2</sup>, Ing. Agr. Sandra Waterston<sup>2</sup>, Ing. Agr. Analía Iurato<sup>2</sup>, Ing. Agr. MSc. Patricia Primo<sup>2</sup>, Ing. Agr. Alicia Godín<sup>2</sup>, Ing. Agr. Camilo Peñaloza<sup>2</sup>, Ing. Agr. Fernando Martínez<sup>2</sup>, Ing. Agr. Leonardo Pastorino<sup>2</sup>, Lic. Bioq. Dra. Leticia Bao<sup>3</sup>, Ing. Agr. Dr. Eugenia Lorenzo<sup>3</sup>, Ing. Agr. PhD. Guillermo Galván<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Técnica Sectorial - INIA Las Brujas

<sup>2</sup>Dirección General de la Granja - MGAP

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía - Udelar



El Proyecto FPTA 383 “Programa de integración de herramientas biológicas y culturales para el control de plagas y enfermedades en horticultura”, ejecutado por DIGEGRA/MGAP en coordinación con FAGRO, avanza en el proceso de certificación, inicialmente en el cultivo de tomate, de un grupo de productores hortícolas con el fin de diferenciar el proceso productivo, destacándose como un logro del camino recorrido a lo largo del proyecto.

El FPTA 383 – Programa Manejo Regional Hortícola logra avanzar en uno de los objetivos planteados inicialmente, acompañar a un grupo de productores a transitar el camino de la certificación en Producción Integrada. Este proceso se inicia con el proyecto FPTA

344: “Producción e introducción de agentes de control biológico en el manejo regional integrado de hortalizas”, ejecutado entre los años 2017 y 2021, y continúa en la actualidad avanzando con una propuesta más sostenible en todos los aspectos vinculados a la producción.

La convocatoria a proyectos FPTA de INIA, enfocados hacia la validación y transferencia de tecnología, permitió llevar adelante cambios en el sector productivo en lo que respecta a la adopción de herramientas y prácticas tecnológicas. En los últimos años ha habido avances en investigación y tecnologías disponibles para un manejo más sostenible de los sistemas. Estas acciones son una herramienta para incorporar valor agregado y diferenciación a los productos de la granja. La asistencia técnica, el monitoreo sistemático de la evolución de las principales plagas y enfermedades en los cultivos, el registro de las actividades de manejo agronómico que se realizan sobre los cultivos y el análisis de los resultados, son elementos claves para la correcta implementación de un Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades tal como es definido internacionalmente.

A partir de esta iniciativa que comenzó en el 2017, y que marcó un antes y un después en lo que respecta al manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos protegidos, es que los equipos técnicos interinstitucionales (INIA-MGAP-FAGRO) comenzaron a trabajar en la actualización de las Normas de Producción Integrada. De esta manera, se pudieron introducir nuevas tecnologías ya validadas y otras en proceso, para fortalecer el camino hacia una producción más sustentable. En el 2023 quedaron aprobadas oficialmente las Directivas generales para la producción hortícola que se aplican a todo la unidad de producción y las normas específicas para los cultivos de tomate y morrón bajo invernadero.



Foto: Proyecto FPTA 383

Las Normas de producción incorporan el uso de insumos biológicos comercialmente disponibles y validados en nuestro país, prácticas culturales en relación con el manejo del suelo y el manejo de los cultivos, así como también los aspectos relacionados a la seguridad de los trabajadores y sus familias.

La incorporación de bioinsumos ha sido una herramienta clave en el manejo integrado de plagas y enfermedades, que ha permitido reducir el uso de fitosanitarios de síntesis química, logrando así una producción más inocua y sostenible.

Los principales bioinsumos utilizados son: hongos entomopatógenos y antagonistas, insectos predadores y parasitoides, bacterias y promotores de crecimiento. También se utilizan semioquímicos para trapeo y monitoreo de plagas, y trampas con diversos atrayentes. Se promueve la diversidad en el suelo y en el ambiente a través de la incorporación de abonos verdes, compost y enmiendas orgánicas, y florales y plantas banker o reservorio de enemigos naturales.

La Norma de Producción Integrada toma como base las Buenas Prácticas Agrícolas contribuyendo a la sostenibilidad ambiental, económica y social de los predios, y a la obtención alimentos inocuos.

Para iniciar el proceso de certificación los y las productores/as que deseen obtenerla tienen que manifestar su interés y voluntad de cumplir con la misma, de esta manera se continúa con las siguientes etapas vinculadas al proceso.



Foto: Proyecto FPTA 383



En la zafra 2024-2025 un grupo de 12 productores/as transitaron favorablemente el proceso de certificación en el cultivo de tomate.

de fitosanitarios, fertilizaciones, manejo de suelo, entre otras. Otro aspecto importante es la realización de análisis de residuos de fitosanitarios en los frutos, análisis de suelo y análisis de calidad de agua.

En la zafra 2024-2025 un grupo de 12 productores/as manifestaron su voluntad para transitar el proceso de certificación en el cultivo de tomate. Para ello tuvieron dos instancias formales de auditorías. Al finalizar el proceso se verificó que cumplieran con los requisitos de la certificación, hecho que permitió que cada postulante obtenga un certificado oficial con vigencia de un año.

En términos generales, las auditorías determinan en qué grado de cumplimiento está el productor/a con respecto a las directrices y normas. En el caso de incumplimiento o aspectos a mejorar, se le otorga un plazo para levantar dichas limitantes, una vez comprobado el avance, continúa con el proceso.

Durante las visitas de auditorías se constata, a través de una lista de verificación, los puntos que sí o sí el productor/a debe cumplir, denominados Obligatorios 1, y Obligatorios 2 con una exigencia del 70 % de cumplimiento. Para constatar la totalidad de prácticas realizadas durante todo el ciclo del cultivo, los y las productores/as deben llevar un registro en formato papel o digital. Esto incluye todas las actividades vinculadas al manejo sanitario, como por ejemplo las aplicaciones

Más información en el sitio web del MGAP

Acceda **AQUÍ** 

Video testimonial de productores

Acceda **AQUÍ** 

La incorporación de bioinsumos ha sido una herramienta clave en el manejo integrado de plagas y enfermedades, que ha permitido reducir el uso de fitosanitarios de síntesis química, logrando así una producción más inocua y sostenible.

Actualmente, se está trabajando en la ampliación del alcance de los certificados ya emitidos al cultivo de morrón. Además, el éxito de esta experiencia ha estimulado a más productores/as a que se sumen a este piloto de certificación.

El equipo técnico del proyecto agradece a todos los productores y productoras que fueron parte de esta etapa tan desafiante, así como a los equipos técnicos que, desde su rol, contribuyeron a cumplir con este objetivo y a que la propuesta siga creciendo.



Foto: Gustavo Balmelli

# NUEVA SEMILLA FORESTAL MEJORADA PARA EL SECTOR AGROPECUARIO: INIA SOMBRA 2

Ing. Agr. MSc. PhD. Gustavo Balmelli  
Ing. Agr. MSc. PhD. Fernando Resquin  
Lic. MSc. Sofía Simeto  
Ing. Agr. MSc. Milena González

Sistema Forestal, INIA Tacuarembó

El plan de mejoramiento genético de *Eucalyptus tereticornis* que el Sistema Forestal de INIA viene desarrollando desde el 2007, completó su segundo ciclo de selección por crecimiento y sanidad. A partir de este año, queda disponible para el sector agropecuario la semilla comercial INIA SOMBRA 2

## INTRODUCCIÓN

La instalación de cortinas o pequeños montes para brindar sombra y abrigo al ganado fue una práctica frecuente en todo el país durante la primera mitad del siglo XX. La mayoría de estos montes, o al menos los que permanecen en pie hasta el presente, fueron establecidos con eucaliptos colorados, principalmente con *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* e híbridos naturales

entre ambas especies. La buena implantación y permanencia de los montes se debe a la gran rusticidad que presentan esas especies, tanto por su adaptación a todo tipo de suelos, como por su tolerancia a sequías y heladas.

En los últimos años se ha observado un creciente interés por parte de productores agropecuarios en instalar montes de protección para el ganado y/o en

diversificar sus ingresos mediante la producción de madera. Los eucaliptos colorados, además de gran rusticidad, presentan una madera de alta densidad, gran resistencia y durabilidad a la intemperie. Estas características la hacen muy apta para diferentes usos, como leña y carbón, columnas, postes, piques y carpintería rural, y por tanto es una de las alternativas forestales más adecuadas para establecimientos ganaderos.

Sin embargo, como los montes deben permanecer cerrados al pastoreo hasta que los árboles tengan dos o tres metros de altura, la velocidad de crecimiento inicial también es un factor importante a la hora de elegir la especie a utilizar. Dado que los eucaliptos colorados tienen menor tasa de crecimiento que las especies utilizadas con fines industriales (como *E. grandis* o *E. dunnii*), INIA inició en 2007 un Plan de Mejoramiento Genético en *E. tereticornis*. Desde el año 2015, una vez completado el primer ciclo de selección, se produce semilla mejorada, cuyo nombre comercial es INIA SOMBRA. En 2018 se inició la segunda generación de mejoramiento, en la que se priorizó la mejora del comportamiento sanitario. Actualmente, habiéndose completado el segundo ciclo de selección, INIA pone a disposición del sector agropecuario un nuevo lote de semilla mejorada, el INIA SOMBRA 2.



Foto: Gustavo Balmelli

Producción de plantas.

## PROCESO DE MEJORA GENÉTICA DEL INIA SOMBRA 2

### Objetivos de selección

El plan de mejoramiento de *E. tereticornis* se estableció para generar un material adaptado y de buen potencial productivo en las condiciones agroecológicas de Uruguay. Inicialmente los objetivos de selección fueron el aumento de la velocidad de crecimiento y la mejora de la rectitud del fuste. Sin embargo, en el año 2011 se registró por primera vez en nuestro país la ocurrencia de la enfermedad conocida como Mancha amarilla (provocada por el hongo *Teratosphaeria pseudoeucalypti*), que provoca manchas foliares y defoliación, principalmente en los eucaliptos colorados. Por tal motivo, en la primera generación de mejora se priorizó el aumento de la velocidad de crecimiento, mientras que en la segunda generación se priorizó la mejora de la resistencia a esta enfermedad.

### Primera generación de mejoramiento

#### Base genética

La primera etapa del plan de mejora consistió en la formación de una amplia base genética a partir de dos grandes fuentes de recursos genéticos: el área de distribución natural de la especie (costa Este de Australia) y las plantaciones locales (principalmente montes de abrigo y sombra en las zonas Centro y Norte de Uruguay). Con la primera de estas fuentes se buscó contar con diversidad genética, para lo cual se introdujeron 105 lotes de semillas de árboles individuales, provenientes de 20 orígenes australianos. Con la segunda fuente se buscó adaptación y crecimiento en nuestras condiciones agroecológicas, para lo cual se seleccionaron 113 individuos en 18 plantaciones locales, utilizando como criterios de selección el volumen y la forma del fuste. La base genética se completó con la introducción de semilla de cinco árboles de Argentina, pertenecientes a un huerto semillero del CIEF (Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales).

#### Evaluación local

Para la evaluación del comportamiento productivo del pool genético se instalaron, en el año 2008, cuatro pruebas de progenie, una en el departamento de Rivera, otra en Treinta y Tres y dos en Durazno (una de ellas sobre Basalto). A su vez, en 2009 se instaló un huerto semillero en la Unidad Experimental La Magnolia (INIA Tacuarembó). La evaluación comenzó al año de instaladas las pruebas, con la medición de la sobrevivencia, el crecimiento y la forma del fuste. Posteriormente, cada dos años se midió la sobrevivencia y el crecimiento (altura y diámetro a la altura del pecho). A su vez, al tercer año se evaluó la susceptibilidad a Mancha amarilla en los árboles del huerto semillero.

La madera de los eucaliptos colorados presenta alta densidad, gran resistencia y durabilidad a la intemperie, siendo por tanto muy apta para leña y carbón, postes y piques, columnas y carpintería rural.

realizado en abril de 2018, el ranking se confeccionó en base al valor genético para crecimiento y sobrevivencia al noveno año de crecimiento. En este nuevo raleo se aplicó una mayor intensidad de selección, reteniéndose solamente los individuos de buen comportamiento pertenecientes a las mejores familias. De esta forma, en el huerto semillero de primera generación se mantienen actualmente como productores de semilla 274 árboles pertenecientes a las 85 mejores familias.

### Segunda generación de mejoramiento

#### Base genética

El segundo ciclo de mejora, o segunda generación, se inició en 2018. La base genética está constituida por 176 familias, de las cuales 140 provienen de individuos del huerto semillero de primera generación (luego de su recombinación por polinización abierta) y 38 provienen de siete nuevos orígenes australianos.

#### Evaluación local

Para la evaluación del comportamiento productivo del pool genético se instalaron tres pruebas de progenie, una en Treinta y Tres, otra en Tacuarembó y otra en Artigas. A su vez, se instaló el futuro huerto semillero de segunda generación en la Unidad Experimental La Magnolia (INIA Tacuarembó).

### Selección de progenitores

La información generada en las pruebas de progenie se utilizó para estimar los valores genéticos (o valores de cría), en base a los cuales se seleccionaron los genotipos a ser retenidos en el huerto semillero como productores de semilla mejorada. Para el primer raleo genético del huerto, realizado en junio de 2013, el ranking de familias se confeccionó en base al valor genético para crecimiento al tercer año y para resistencia a Mancha amarilla. En este raleo se eliminaron todos los individuos de las familias de peor comportamiento y dentro de las familias seleccionadas para ser retenidas se eliminaron los peores individuos, es decir, aquellos de pobre crecimiento, mala forma de fuste o susceptibles a Mancha amarilla. En el segundo raleo genético,



Foto: Cecilia Rachid

Monte adulto.



Madera utilizada para piques.

A partir de 2019 se comenzó a evaluar el comportamiento sanitario y productivo, tanto en las pruebas de progenie como en el huerto semillero. En los dos primeros años se evaluó la sobrevivencia, el crecimiento en altura, la susceptibilidad a Mancha amarilla (severidad de manchas foliares y defoliación) y la susceptibilidad a una nueva plaga en ese momento, la Avispa de la agalla (incidencia de agallas). Al tercer y quinto año se midió la sobrevivencia y el crecimiento diamétrico (DAP).

### Selección de progenitores

La información obtenida en las pruebas de progenie se utilizó para estimar los valores de cría para las características evaluadas. Con dichos valores se confeccionaron índices de selección, en base a los cuales finalmente se seleccionaron los genotipos a ser retenidos en el huerto semillero como futuros productores de semilla mejorada. Para el primer raleo genético del huerto, realizado en noviembre de 2021, el ranking de familias se basó en un índice de selección formado por la susceptibilidad a Mancha amarilla (severidad de manchas) en el primer año y crecimiento diamétrico al tercer año, con pesos relativos de 60 y 40%, respectivamente. En este raleo se eliminaron todos los individuos de las familias de peor comportamiento más los peores individuos dentro de las familias retenidas, es decir, aquellos de mayor susceptibilidad a Mancha amarilla y pobre crecimiento, reteniéndose 97 de las 176 familias y 445 de los 1440 árboles originales.

En el segundo raleo genético, realizado en mayo de 2024, la selección se basó en un índice de selección formado por la susceptibilidad a Mancha amarilla (severidad de manchas en el primer año y defoliación en el segundo año) y crecimiento diamétrico al quinto año, con pesos relativos de 25, 25 y 50%, respectivamente. En este nuevo raleo se retuvieron como futuros progenitores 211 árboles pertenecientes a las 69 mejores familias. De esta forma, el huerto semillero quedó pronto para producir semilla comercial.

## PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE INIA SOMBRA 2

En julio-agosto de 2025 se realizó la primera cosecha de semilla mejorada en el huerto semillero de segunda generación de *E. tereticornis*. Este material fue inscrito, como INIA SOMBRA 2, en el Registro Nacional de Cultivares (RNC) de INASE, por lo que en breve estará disponible para su comercialización. Se espera que esta semilla presente muy buen comportamiento sanitario y rápido crecimiento y que pueda ser utilizada en todo el país con diversos fines productivos.

La semilla se comercializará con el sistema de licenciatarios utilizado con el INIA SOMBRA, aunque en este caso se abrirán llamados independientes para viveros y para empresas de servicios forestales que brindan el servicio de instalación de montes. De esta forma se busca que los usuarios finales, principalmente productores ganaderos y lecheros que generalmente no tienen la experiencia o las capacidades para realizar la plantación y cuidado de los árboles, accedan a servicios especializados en producción de plantas e instalación de montes y logren plantaciones exitosas.



Cosecha de semillas.



Foto: Cecilia Rachid

# CRECIMIENTO DE *EUCALYPTUS SMITHII* EN ENSAYOS DE ORÍGENES Y PROGENIES

Dr. Andrés Hirigoyen<sup>1</sup>, Dr. Fernando Resquin<sup>2</sup>,  
Dr. Diego Torres Dini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sistema Forestal, INIA Las Brujas

<sup>2</sup>Sistema Forestal, INIA Tacuarembó

En búsqueda de identificar materiales *E. smithii* de alto potencial productivo, los ensayos con genotipos de origen australiano y sudafricano muestran una alta variabilidad en los valores de supervivencia y altura en las primeras etapas de crecimiento. La investigación destaca que la falta de precipitaciones afecta tanto el crecimiento como la conformación del árbol, y que no todos los materiales importados obtienen los resultados esperados.

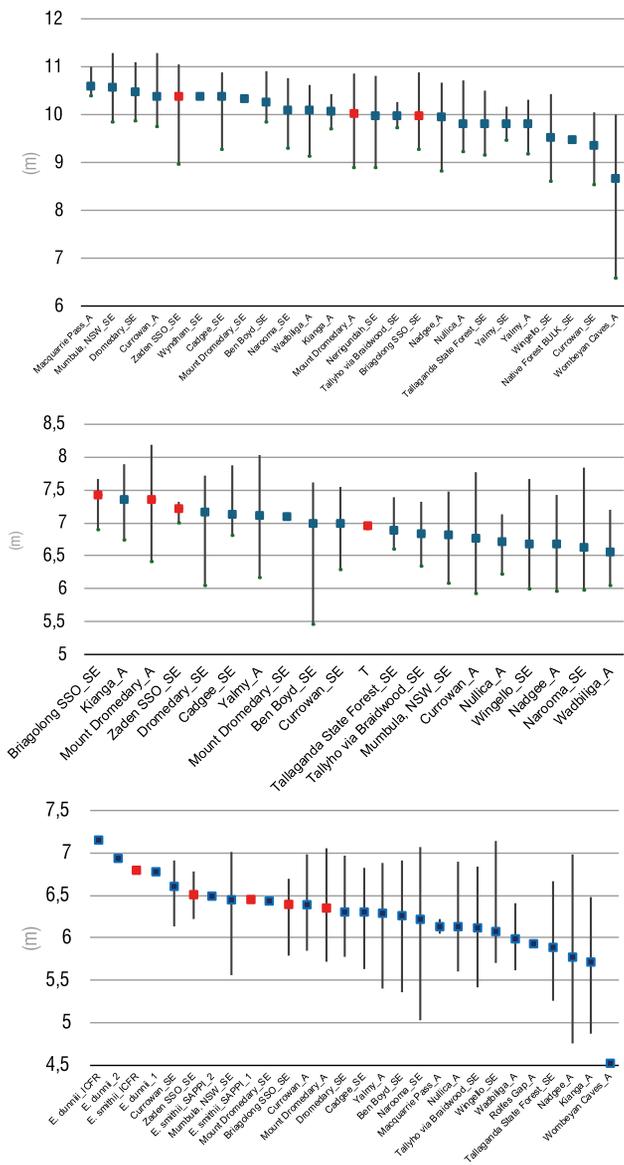
## INTRODUCCIÓN

La importancia que ha adquirido el *E. smithii* tanto desde el punto de vista del área plantada como de su potencial de crecimiento determinó que en el 2021 se iniciara un programa de mejora genética. Esto se ha llevado a cabo con la participación de una empresa australiana (*SeedEnergy*) que cuenta con experiencia y conocimiento sobre esta especie, además de varias

empresas forestales de la zona sureste de Uruguay. A través de estas acciones se ha instalado en varios predios comerciales una base genética compuesta por algo más de 170 genotipos provenientes de proyectos de mejoramiento (Sudáfrica) y de la región de origen de la especie (Australia) (Cuadro 1).

Considerando la falta de información a nivel nacional sobre el comportamiento de esta especie en las etapas





**Figura 2.** - Valores promedio, máximo y mínimo de altura a la edad próxima de tres años de los orígenes y progenies en los ensayos de Rocha (superior), Treinta y Tres (medio) y Florida (inferior).

En este estudio se cuantifica el crecimiento en altura y la supervivencia de los diferentes orígenes y progenies de *E. smithii* a una edad próxima a los tres años.

se debe a causas más complejas que la muerte de plantas asociadas al déficit hídrico.

En cada uno de los sitios se registra, como era de esperar, una alta variabilidad en los valores de sobrevivencia tanto en la semilla proveniente de monte nativo como de los programas de mejora (Sappi y SeedEnergy). Es importante señalar que la falta de lluvias, además de tener un efecto evidente en la sobrevivencia y el crecimiento, también se manifiesta en el surgimiento de rebrotes y ramas laterales lo cual afecta a la conformación del árbol con consecuencias durante la etapa de cosecha.

El comportamiento en altura es similar al observado para la sobrevivencia (Figura 2). En general, se observa que una de las fuentes de semilla que se ha plantado con frecuencia a nivel comercial como es el “Mount Dromedary” tiene un comportamiento interesante en los tres sitios evaluados (Cuadro 2).

**Cuadro 2** - Ranking de orígenes por productividad (altura y sobrevivencia) considerando los resultados de los orígenes comunes en los tres ensayos evaluados.

Origen	Posición ranking
Narooma_SE	1
Macquarrie Pass_A	2
Dromedary_SE	2
Cadgee_SE	2
Mount Dromedary_A	2
Mumbula, NSW_SE	3
Tallyho via Braidwood_SE	3
Nullica_A	4
Mount Dromedary_SE	4
Briagolong SSO_SE	5
Currowan_A	5
Nadgee_A	5
Zaden SSO_SE	5
Ben Boyd_SE	6
Kianga_A	6
Tallaganda State Forest_SE	7
Yalmy_A	7
Wadbiliga_A	8
Wingello_SE	8
Currowan_SE	9
Wombeyan Caves_A	10

Hasta el momento no existen diferencias notorias en los valores promedio, tanto de altura como de sobrevivencia, de las diferentes fuentes de semilla evaluadas.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que orígenes con la misma denominación pueden tener resultados contrastantes de manera que resulta muy importante ser precisos en la identificación de la fuente de semilla a utilizar.

### COMENTARIOS FINALES

Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que no existen notorias diferencias en los valores promedio, tanto de altura como de sobrevivencia de las diferentes fuentes de semilla evaluadas. Esto, en buena medida, se explica por la corta edad de las plantaciones por lo que es de esperar que en las sucesivas mediciones



se comiencen a identificar los materiales genéticos con alto nivel productivo. Los materiales importados, provenientes de programas de mejoramiento, no siempre alcanzan resultados satisfactorios en nuestras condiciones. Las evaluaciones que actualmente se están realizando junto con la futura caracterización de la madera para pulpa, contribuirán a una mejor selección de las fuentes de semilla para la plantación de *Eucalyptus smithii*.



# GANADERÍA EN ZONA BAJA: mejor producción para acompañar los buenos precios

Ing. Agr. Pablo Llovet<sup>1</sup>, Ing. Agr. Rocío Leivas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Técnico sectorial - INIA Treinta y Tres

<sup>2</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología



Foto: Mauro Figueroa

El pasado 24 de julio, en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres, se realizó la jornada técnica “Ganadería en zona baja: mejor producción para acompañar los buenos precios”, que integró investigación, diálogo e intercambio en torno al sistema arroz-ganadería, una estrategia clave para potenciar la producción sustentable en zonas bajas del país.

La actividad fue organizada por la Unidad de Producción Arroz-Ganadería de INIA Treinta y Tres y reunió a más de 100 personas, entre productores, técnicos y representantes de instituciones del medio. El objetivo fue compartir los avances generados, mostrando los resultados productivos y económicos alcanzados en el ejercicio 2024-2025.\*

La jornada se estructuró en tres bloques: dos instancias de salón y uno en campo dando comienzo con un

Regional INIA Treinta y Tres



Más información sobre la jornada

Acceda **AQUÍ**



almuerzo de bienvenida y una breve presentación a cargo del director de INIA Treinta y Tres, Ing. Agr. Walter Ayala. A continuación, el Ing. Agr. Pablo Llovet contextualizó el trabajo de la UPAG en base a sus características productivas y condiciones climáticas recientes. En campo, los participantes recorrieron dos paradas técnicas. En la primera, los Ings. Agrs. Virginia Pravia y Pablo Rovira presentaron resultados de praderas sobre rastrojo de arroz. En la segunda, los Ing. Agrs. José Terra, Jean Savian, la Téc. Prod. Animal Ethel Barrios y el DMV Gonzalo Fernández abordaron el concepto de economía circular de nutrientes, con foco en el aprovechamiento de residuos de nutrientes y su impacto en la sostenibilidad del sistema. De regreso al salón, mediante un espacio de recepción de *coffee break* se continuó el intercambio. Luego, se expusieron los resultados del manejo de raigrás en sistemas integrados, así como los márgenes productivos y económicos asociados (presentación a cargo de Pablo Rovira y Virginia Pravia).

La jornada culminó con una síntesis de los principales resultados productivos y económicos obtenidos en la UPAG (presentación a cargo de Bruno Lanfranco). Posteriormente, se abrió un espacio de intercambio con el público que permitió consolidar aprendizajes y fortalecer vínculos entre los participantes.

Esta instancia reflejó el compromiso de INIA con la investigación aplicada, el trabajo en red y la construcción colectiva de conocimiento.



Foto: Ramiro Gonzalez

\*En este mismo número de Revista INIA se presenta el artículo “Rotación arroz-soja-carne en la región Este como estrategia de gestión de riesgo empresarial”.

## El presidente de la República, Yamandú Orsi, visitó INIA La Estanzuela acompañado por autoridades nacionales y departamentales

Lic. María José García  
Ing. Agr. MSc. Ernesto Restaino

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

La investigación en salud animal y en lechería marcaron la agenda de la visita del presidente de la República, Prof. Yamandú Orsi, a la Estación Experimental Dr. Alberto Boerger - INIA La Estanzuela. Acompañado por el ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Dr. Alfredo Fratti; el secretario de Presidencia, Alejandro Sánchez, y el responsable del programa Uruguay Innova, Cr. Bruno Gili, el mandatario recorrió las instalaciones de la Plataforma de Salud Animal (PSA) y del tambo robot de la regional y conoció los trabajos que se realizan allí, los avances y el impacto que tienen para el país.

La oportunidad y el interés permitió contar, además, con la presencia del Sr. intendente de Colonia, Guillermo Rodríguez, acompañado del exintendente y senador Dr. Carlos Moreira, el senador Mtro. Nicolás Viera, y los diputados, Dr. Mario Colman e Ing. Gabriel Gurméndez.

Entre las autoridades de INIA que recibieron a la visita oficial estuvieron el presidente, Dr. Miguel Sierra; la vicepresidenta, D.M.T.V. Carolina Viñoles; los integrantes de Junta Directiva, Ings. Agrs. Diego Bonino, Jorge Andrés Rodríguez y Patricio Cortabarría;

Regional INIA La Estanzuela



el director nacional, PhD. MBA Gerardo Marchesini, y el director de INIA La Estanzuela, Ing. Agr. Rodrigo Zarza. Además, acompañaron directores, coordinadores y técnicos de diferentes sistemas y áreas de investigación del instituto.

La apertura estuvo a cargo de Sierra, quien se refirió al retorno social de la investigación de INIA. “Según la evaluación de impacto 2024 que financió el Banco Interamericano de Desarrollo y realizaron consultores externos, por cada dólar que se invierte en INIA, retornan 1,28 dólares. Tenemos un aporte sustancial y la inversión es de alto retorno social”, destacó.

Asimismo, indicó que el instituto se encuentra elaborando su plan estratégico, para el que ya se han consultado más de 400 actores del sector productivo, político, académico y tecnológico. “Concebimos este plan como una plataforma para el Uruguay. Queremos un INIA que contribuya al desarrollo integral del país”, dijo. Sobre el cierre, señaló que “en su momento, el



El presidente de la República, Yamandú Orsi, ingresando a INIA La Estanzuela acompañado por el presidente del instituto, Miguel Sierra; el coordinador de la PSA, Alejo Menchaca, y el presidente de la Federación Rural del Uruguay, Rafael Normey.

presidente, José Batlle y Ordóñez, y el ministro de Industria y Trabajo, Eduardo Acevedo, se plantearon modernizar el agro y hacerlo más competitivo, por eso salieron a buscar a los mejores técnicos del mundo. En esa búsqueda identificaron a Alberto Boerger, que fue el científico alemán que se instaló aquí y creó La Estanzuela en 1914. Esa visión inicial sigue siendo el foco de INIA: fortalecer con ciencia la competitividad de las cadenas”.

La visita continuó en la PSA, de la mano de su coordinador, Dr. Alejo Menchaca. Con el control de la garrapata y de la mosca de la bichera entre las prioridades ministeriales, fue relevante que los jefes pudieran conocer las instalaciones donde se están investigando estos temas.

“La garrapata y la mosca de la bichera son determinantes para el país, porque estamos teniendo problemas con las exportaciones y por las pérdidas que implica el tratamiento de ambas. INIA tiene un camino recorrido, por eso estamos muy esperanzados de lo que pueda aportar, porque eso terminará impactando en la inocuidad y la calidad de la carne que comercializamos”, dijo Fratti.

En lo que hace al control de la mosca de la bichera, Menchaca explicó que la “Unidad Mixta Pasteur + INIA y la PSA trabajan en el desarrollo de una herramienta de biotecnología que consiste en generar machos de la mosca cuyo genoma permita que, al cruzarse con moscas silvestres, las crías hembra no logren sobrevivir y se corte el ciclo reproductivo”. Esta misma tecnología se está desarrollando para controlar la garrapata, “lo que evitará el uso de productos químicos, que es lo que habitualmente se utiliza y que pueden generar problemas de inocuidad en la carne y la leche producida”, dijo.

El recorrido siguió en el tambo robot, de la mano de la Dra. Sofía Stirling, directora del Sistema Lechero de INIA. Stirling explicó a los jefes que el eje social fue identificado como una necesidad prioritaria para los productores y la agenda de investigación del instituto ha respondido a ello con líneas de investigación concretas.

“La producción lechera en Uruguay es fundamentalmente familiar. El 75 % de los tambos son familiares y el 40 % carece de relevo generacional, con una caída del 28 % en la última década, según estudios del Instituto Nacional de la Leche. Ante esto, desde la investigación queremos pensar en tambos que sean más amigables para las personas y que atraigan a las nuevas generaciones”, detalló Stirling.

“En esta línea, desde INIA impulsamos tecnologías como el ordeño robotizado para asegurar la continuidad del sector. El tambo robot se instaló en 2017 en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela, y es una tecnología que permite alcanzar niveles de productividad

que duplican el promedio nacional, garantizando condiciones de trabajo dignas y atractivas”, explicó la directora del Sistema Lechero.

Tras el recorrido, el presidente de la República valoró positivamente la visita. “Luego de recorrer INIA La Estanzuela reafirmamos la necesidad de pensar en la producción, la economía y el desarrollo del país incorporando los aportes de la ciencia y la tecnología. El mundo exige cada vez más nuevas cosas y Uruguay no puede quedar rezagado, debe avanzar. En ese avance es crucial pensar soluciones que atiendan a la sostenibilidad y la rentabilidad”.

Alejandro Sánchez, secretario de Presidencia, señaló que le pareció “espectacular lo que está haciendo INIA” y apuntó, “me quiero quedar con una de las frases que nos dijo uno de los investigadores, que es de Minas, vivía en Estados Unidos y volvió a trabajar en INIA: ‘cuando yo me fui de Uruguay, soñar con hacer ciencia en el interior era imposible, y ahora tengo esta oportunidad en INIA’. Esto demuestra que tenemos que abrir más oportunidades de esta naturaleza”.

En el cierre de la visita, INIA obsequió a Orsi semillas de *Paspalum Sepé*, uno de los cultivares de gramíneas naturalizadas del Programa de Forrajeras del instituto, y de *Festuca Cuaró*, que también es producto del Programa de Mejoramiento de INIA Tacuarembó.

“En un contexto de debate presupuestal, es muy relevante recibir la visita del presidente de la República, el ministro y otras autoridades oficiales a INIA. Queremos que comprendan la importancia de las estaciones experimentales para la investigación agropecuaria y la competitividad de sectores como el ganadero o el lechero, y lo que eso implica a nivel de inversiones en infraestructura y equipos humanos”, concluyó Sierra.



El presidente de la República, Yamandú Orsi, recibiendo el obsequio de INIA, junto al director de INIA La Estanzuela, Rodrigo Zarza; el ministro, Alfredo Fratti y el presidente de INIA, Miguel Sierra.

# Plataforma de Investigación en Salud Animal HACIA UNA ESTRATEGIA EFECTIVA PARA EL CONTROL DE LA GARRAPATA EN URUGUAY

Lic. María José García<sup>1</sup>  
Dr. Pablo Parodi<sup>2</sup>  
Dr. Alejo Menchaca<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Federico De Brum<sup>3</sup>  
Ing. Agr. Pablo Varela<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Mariana Espino<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

<sup>2</sup>Plataforma de Investigación en Salud Animal

<sup>3</sup>Técnico Sectorial - INIA Salto Grande

<sup>4</sup>Dirección Regional - INIA Salto Grande

En Uruguay el problema de la garrapata ocasiona pérdidas en el sector ganadero por más de USD 50 millones cada año. Para hacer frente a este escenario, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) organizaron una actividad donde adelantaron los lineamientos del Plan Nacional de Lucha Contra la Garrapata y compartieron los aportes de la ciencia agropecuaria en la materia.

Regional INIA Salto Grande



Acceda al programa y al registro audiovisual de la jornada

Acceda **AQUÍ**



La apertura estuvo a cargo de la Ing. Agr. Mariana Espino, directora de INIA Salto Grande; el Dr. Alejo Menchaca, coordinador de la Plataforma de Salud Animal (PSA) de INIA, y el Dr. Marcelo Rodríguez, quien dirige la Dirección General de Servicios Ganaderos (MGAP). Los tres destacaron que es un desafío prioritario para Uruguay y, por lo tanto, su abordaje requiere de esfuerzos interinstitucionales.

Luego tomó la palabra el asesor técnico de la División General de Servicios Ganaderos (MGAP), Dr. Carlos Fuellis, quien repasó el estado de situación de la problemática. “Estamos ante una emergencia parasitaria, con un aumento sostenido de la prevalencia



Foto: Pablo Varela

en predios, la expansión del parásito en zonas libres y la presencia de focos multirresistencia y de residuos de garrapaticidas en productos de origen animal, lo que genera riesgos en los mercados de exportación y en el consumo interno”, detalló.

Para hacer frente a esto, explicó que el Plan Nacional de Lucha contra la Garrapata tiene tres objetivos estratégicos: controlar la garrapata en la zona endémica, erradicarla de las áreas libres y consolidar el enfoque de “Una salud”. Para lograrlos, se plantearon metas específicas, como establecer un diagnóstico de base a través de muestreos y registros de datos; reducir la morbilidad por hemoparásitos ampliando la disponibilidad de hemovacunas; reducir y retrasar la multirresistencia, promoviendo diagnósticos poblacionales de sensibilidad y el uso responsable de acaricidas.

“Eliminar los residuos de garrapaticidas en la carne y subproductos es una prioridad. Por eso evaluamos reactivar programas como El Vigía, para registrar las ventas de productos veterinarios, y revitalizar los puestos de control sanitario en rutas estratégicas”, destacó Fuellis. En materia legal, apuntó la necesidad de volver a aplicar la Ley de Garrapata N° 18.268, aprobada en 2008, “que provee todas las herramientas necesarias para enfrentar esta emergencia parasitaria”.

En su turno, el Dr. Menchaca señaló que, con las herramientas disponibles actualmente, resulta muy difícil combatir esta plaga. Por consiguiente, “la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías deben ocupar un papel fundamental para intentar resolver esta problemática”, expresó.



De izquierda a derecha: Mariana Espino, Alejo Menchaca y Marcelo Rodríguez.

Explicó que “las garrapatas se alimentan de la sangre del huésped generando debilidad y sufrimiento a los animales, pero también transmiten diversas enfermedades que causan la muerte en una importante proporción de la población”. “Habitualmente se usan productos químicos para combatirla y eso puede generar problemas de inocuidad en la carne y leche producida, limitando su uso en la ganadería de Uruguay”, agregó.

Para evitar estas dificultades, Menchaca explicó que INIA trabaja en una herramienta de control biológico/genético eficaz, que no requiera usar químicos y con un costo que posibilite su implementación. La solución busca generar machos cuyo genoma permite que, al cruzarse con garrapatas silvestres, las crías hembra no logren sobrevivir y se corte el ciclo reproductivo. “Mejor aún, las crías macho sí sobreviven y además son capaces de transmitir la misma característica a su descendencia. Así, generación tras generación, la población de la garrapata se verá controlada con la disminución de hembras”, señaló.

“Uruguay pierde anualmente cerca de mil millones de dólares por problemas sanitarios en animales, mientras la inversión en investigación es mínima. Innovar en nuevas soluciones es fundamental, al igual que lo es usar bien las herramientas actuales disponibles”, planteó Menchaca.

En esa línea, el Dr. Pablo Parodi, de la PSA de INIA, mostró experiencias prácticas sobre el control en campo. Subrayó que “ante un contexto epidemiológico desafiante, con la dispersión de garrapatas multiresistentes, la estrategia debe centrarse en el control y no en la erradicación. Para esto es necesario aplicar medidas como la rotación de acaricidas en base a las pruebas de sensibilidad, la bioseguridad predial y el uso de hemovacunas”. También insistió en la necesidad de registrar datos y adaptar las prácticas a la realidad de cada establecimiento.

Sobre el final, tomó la palabra el Dr. Diego Moreira, coordinador del Programa Nacional de Residuos Biológicos. Señaló que en el marco del programa se analizan cerca de 7.000 muestras al año, con menos del 1% de no conformidad, “aunque la mayoría de los hallazgos corresponden a garrapaticidas como fipronil, clorpirifós y etión”. En este sentido, advirtió que el uso indebido de estos productos puede comprometer el acceso a mercados, como la Unión Europea o China, y subrayó la necesidad de “un uso responsable y regulado para garantizar inocuidad y sostenibilidad exportadora”.

En el cierre, los expositores valoraron positivamente la instancia y coincidieron en la importancia de mantener el trabajo articulado entre instituciones, productores y academia. “No hay manera de que podamos enfrentar este problema individualmente. La autoridad oficial tiene su deber, pero debemos trabajar en conjunto para hacer frente a este problema de manera sostenible”, concluyeron.

# MILES DE PERSONAS Y CERCA DE 320 GRUPOS DE ESCOLARES VIVIERON LA EXPERIENCIA QUE LLEVÓ INIA A EXPO PRADO

Expo Prado

Lic. María José García

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología



Elevando la apuesta en su stand de Expo Prado, este año el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) transformó su espacio en una sala de mapping y sonido envolvente para desafiar la premisa de que Uruguay es un país de condiciones moderadas. Miles de personas y cerca de 320 grupos de escolares se acercaron para vivir la experiencia y descubrieron cómo la ciencia y la tecnología han contribuido a que el agro sea cada vez más resiliente ante los crecientes desafíos.

Con gran sorpresa, los visitantes que se acercaron al stand durante las 10 jornadas de feria se adentraron en una sala oscura, donde los animadores los invitaron a sentarse en gradas ante una gran maqueta de Uruguay iluminada y rodeada de pantallas. Una vez iniciada la función, mediante la técnica de mapping se proyectó una historia a través de animaciones, imágenes y videos de calidad, acompañados por sonido inmersivo, y se puso a prueba la idea popular de que Uruguay es un país geográfica y climáticamente moderado, sin grandes variaciones.

Repasando algunos de los complejos desafíos que han aquejado al sector agropecuario y que distan mucho del

Uruguay moderado, el Instituto invitó a reflexionar a los visitantes sobre cómo las soluciones y el conocimiento desarrollado por la ciencia han sido fundamentales en el pasado, en la actualidad y lo serán también en el futuro, para que los productores y las productoras sean cada vez más resilientes y estén mejor preparados para afrontar diferentes escenarios.





producción de los alimentos, fibras y demás productos que llegan a los hogares uruguayos y a diferentes destinos de exportación no se detenga, y sea resiliente antes los desafíos que se presentan en el campo y el país. El stand plantea muy bien este concepto y nos invita a reflexionar”, destacó el ministro.

Asimismo, desde la Asociación Rural del Uruguay premiaron la propuesta de INIA con una mención en la categoría “Interactividad”, valorando la dinámica y el planteo elegido para contar esta historia en Expo Prado.

Además de la propuesta del stand, autoridades y referentes de los equipos de investigación de INIA participaron en diferentes eventos, charlas y conferencias que tuvieron lugar durante la semana.

Además de las familias, productores, técnicos y las escuelas que visitaron el stand, también lo hicieron parlamentarios, como los senadores Robert Silva y Andrés Ojeda, y autoridades oficiales, como el secretario de Presidencia, Alejandro Sánchez, y el ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Alfredo Fratti, quien valoró especialmente el mensaje transmitido en la propuesta de INIA.

INIA junto al Global Methane Hub celebraron el lanzamiento del proyecto Time2Graze, que será liderado por INIA en Uruguay y buscará adaptar y fortalecer la herramienta 3RWeb diseñada por el Instituto para hacer más eficiente la gestión del pastoreo. Para eso, se integrarán datos satelitales y nuevos módulos, y se validará y escalará su uso en predios piloto. Además, se capacitarán técnicos, productores y estudiantes para generar capacidades locales que aseguren su sostenibilidad en el largo plazo y la adopción en el territorio.

“Es fundamental concientizar a la población, y principalmente a los niños y niñas del país, sobre el rol clave que cumplen la ciencia e INIA para que la

Otro de los hitos de la agenda fue la tradicional entrega de premios a las cabañas ovinas destacadas en las evaluaciones genéticas nacionales, organizada por INIA y el Secretariado Uruguayo de la Lana. Más de 20 distinciones fueron entregadas en una ceremonia que reunió autoridades, investigadores y a los cabañeros y sus familias.



En tanto, la coordinadora del área de Sistemas de Información y transformación digital de INIA, Guadalupe Tiscornia, fue convocada por la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información para ser parte del panel “Uruguay agointeligente: del dato a la decisión en tu campo”, mientras que el investigador citrícola, Fernando Rivas, fue invitado por la Intendencia de Salto a dar la charla “La innovación varietal para el desarrollo de la competitividad citrícola nacional”, que incluyó una degustación de mandarinas Brix, la nueva variedad liberada por INIA y la Facultad de Agronomía.



Dando cierre a la agenda de eventos y con gran convocatoria, INIA y la Asociación Rural de Jóvenes del Uruguay organizaron la charla “Bienestar Animal como componente fundamental de la sostenibilidad en la producción ganadera”. La investigadora Marcia del Campo, experta en la materia, fue invitada a brindar esta conferencia orientada a jóvenes rurales, afianzando una vez más el objetivo de INIA en Expo Prado de acercar a público de todas las edades el trabajo y el aporte de la ciencia al agro y al país.

# CELEBRAR, CONECTAR Y PROYECTAR: 25 años de trayectoria del CRILU

Tec. Luisina Mezquita, Lic. en TI Nicolás Zunini

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología



Foto: Luisina Mezquita

El Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas del Uruguay (CRILU) reunió el 29 de agosto en INIA Tacuarembó a autoridades, productores, técnicos e investigadores en el seminario “Celebrar, conectar y proyectar”, instancia que puso en valor más de 25 años de trabajo conjunto y trazó nuevos desafíos para el rubro de lanas superfinas y ultrafinas, estratégico para Uruguay por su calidad y potencial de crecimiento. La jornada integró ciencia, territorio, mercados y alianzas institucionales, reafirmando el rol del CRILU como espacio articulador.

La apertura estuvo a cargo del Ing. Agr. Juan Pedro Posse, quien destacó la construcción de una red entre instituciones públicas y privadas, productores e investigadores que permitió instalar capacidades técnicas, sostener líneas de investigación y promover la adopción de innovaciones. El presidente del CRILU, DMV. Juan Carlos Tafernaberry, subrayó la importancia de reconocer a equipos técnicos, instituciones y productores, y enlazó la actividad con la serie técnica publicada en mayo por los diez años del consorcio. La moderación del seminario estuvo a cargo del Ing. Agr. Eduardo Blasina, quien articuló las ponencias y moderó los intercambios con el público.

La dinámica combinó exposiciones, diálogo con la audiencia y espacio de preguntas. La agenda avanzó desde resultados científicos y técnicos hacia la proyección de mercados, pasando por experiencias de extensión y productores, y cerró con una mirada internacional y la firma de una carta de intención interinstitucional.

Regional INIA Tacuarembó



Presentaciones de la jornada

Acceda **AQUÍ**



## CIENCIA APLICADA Y CERCA DEL CAMPO

En el bloque científico, investigadores de INIA y del consorcio repasaron avances en genética, sanidad, nutrición y manejo, con resultados que se traducen en competitividad y diferenciación. Se destacó la importancia de sostener protocolos comparables en el tiempo, articular laboratorios, cabañas y predios de producción, y mantener un flujo de datos que retroalimente la selección. En conjunto, estas líneas han consolidado un modo de trabajo que combina rigurosidad técnica y pertinencia productiva, contribuyendo al salto cualitativo de la lana uruguaya en los últimos años.

## MERCADOS Y EXTENSIÓN EN TERRITORIO

Los análisis de mercado señalaron que las categorías superfinas y ultrafinas deben competir en base a diferenciación, trazabilidad y construcción de marcas sustentadas en estándares verificables.



Foto: Luisina Mezquita

En este mismo número de Revista INIA se presenta el artículo “Lanas de élite en Uruguay: retos y oportunidades con base en la experiencia del CRILU”.



Foto: Luisina Mezquita

prácticas. Testimonios de productores confirmaron impactos en selección, planificación sanitaria y preparación de lotes, evidenciando que la innovación gana escala cuando cuenta con redes activas de apoyo y materiales accesibles.

### MIRADA INTERNACIONAL Y CARTA DE INTENCIÓN

Andrew Woods (Independent Commodity Services, Australia) presentó una visión global sobre los mercados más exigentes, destacando requisitos como libre de *mulesing*, RWS y lana regenerativa. Señaló que Uruguay puede posicionarse en esos nichos si garantiza consistencia en preparación y presentación. La jornada contó con la firma de una carta de intención entre INIA, CRILU, SUL e INAC, orientada a fortalecer investigación, transferencia y desarrollo ovino de alto valor.

### RECONOCIMIENTOS Y CIERRE

La Ing. Agr. Ana Inés Tafernaberry, secretaria técnica del consorcio, condujo un espacio de reconocimientos a consorciados y miembros de la comisión directiva, resaltando el capital humano que sostiene este proyecto. La foto grupal final reflejó una comunidad ampliada donde todos comparten esfuerzos y multiplican capacidades.

El seminario reafirmó el papel del CRILU como espacio integrador de ciencia, territorio y mercado. La competitividad del rubro dependerá de sostener cooperación entre instituciones y productores, invertir en calidad y trazabilidad, y apoyarse en estándares alineados a la demanda global. Con investigación, extensión y alianzas, el consorcio proyecta su próxima etapa sobre conocimiento validado, productores protagonistas y mejora continua.

Los atributos técnicos necesitan transformarse en propuestas claras y comprensibles para compradores y consumidores, acompañadas de relatos de calidad y sustentabilidad que consoliden reputación en el tiempo.

En territorio, se presentaron experiencias de extensión que promueven el intercambio entre productores, el acceso a genética de calidad y la adopción de buenas



Foto: Luisina Mezquita



Foto: Luisina Mezquita

**iNo**  
te pierdas  
**nada!**



*novedades*  
*actividades*  
*revista*  
en tu casilla



Regístrate  
o actualizá  
tus datos

[www.inia.uy](http://www.inia.uy) 

# INIA EN EL TERRITORIO

## INIA SALTO GRANDE

Camino al Terrible s/n, Salto - Tel. 4733 2300

113 hectáreas de campos experimentales

**INVESTIGACIÓN:** Citricultura  
Mejoramiento genético hortícola  
Riego en pasturas y cultivos  
Biotecnología vegetal  
Programa Nacional de Producción y  
Certificación de Plantas árticas

## INIA TACUAREMBÓ

Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó - Tel. 4632 2407

1.961 hectáreas de campos experimentales

**INVESTIGACIÓN:** Forestal  
Genética de pasturas y forrajes  
Ovinos/bovinos extensivo y semi extensivo  
Arroz  
Manejo agronómico de campo natural y pasturas  
Tecnología de la carne

**PLATAFORMAS:** Agroambiental: Campo natural  
Salud Animal

+ CAMPUS INTERINSTITUCIONAL

## INIA LA ESTANZUELA

Ruta 50 Km. 11, Colonia - Tel: 4574 8000

1.204 hectáreas de campos experimentales

**INVESTIGACIÓN:** Ovinos y bovinos intensivo  
Pasturas  
Cultivos oleaginosos y cereales  
Semillas y recursos fitogenéticos  
Lechería  
Apicultura  
Sustentabilidad ambiental  
Evaluación nacional de cultivares

**PLATAFORMAS:** Agroambiental: Cultivos con y sin riego  
Agroambiental: Suelos Salud Animal

## INIA TREINTA Y TRES

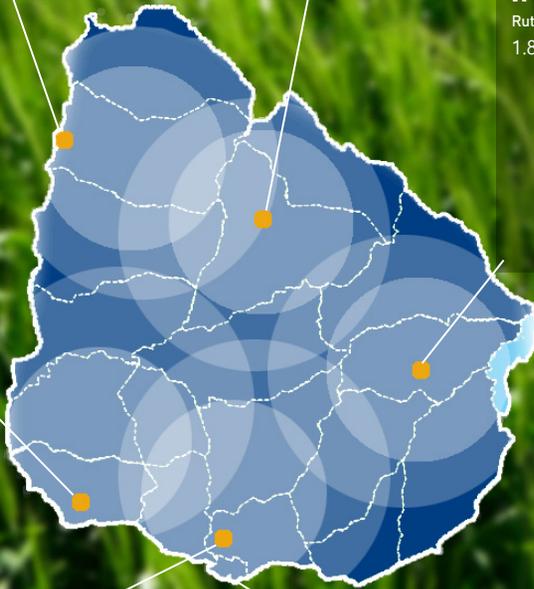
Ruta 8 Km. 28, Treinta y Tres - Tel. 4452 2023

1.831 hectáreas de campos experimentales

**INVESTIGACIÓN:** Ovinos y bovinos extensivo y semi-intensivo  
Arroz  
Pasturas y forrajes  
Semillas

**PLATAFORMAS:** Agroambiental: Arroz-Canadería  
Agroambiental: Ganadero-Agrícola

+ CAMPUS INTERINSTITUCIONAL



## INIA LAS BRUJAS

Ruta 48 Km. 10, Canelones - Tel. 2367 7641

442 hectáreas de campos experimentales

**INVESTIGACIÓN:** Producción vegetal intensiva  
Mejoramiento genético (vegetal/animal)  
Biotecnología y bio-insurnos  
Producción familiar  
Ovinos y bovinos intensivo  
Agroclima, riesgo y cambio climático  
Riego y recursos hídricos  
Economía agropecuaria

**PLATAFORMAS:** Agroambiental: Rotaciones hortícolas  
Agroclimáticos

## INIA DIRECCIÓN NACIONAL

Parque Tecnológico | Av. Italia 6201, Montevideo - Tel. 2605 6021

Gerencia de Investigación  
Gerencia de Operaciones  
Gerencia de Innovación y Comunicación  
Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología  
Cooperación Internacional  
Planificación, Monitoreo y Evaluación

**inia**  
URUGUAY

[www.inia.uy](http://www.inia.uy)

 INIA\_UY

 Canal INIA Uruguay