

REVISTA N° 48 - MARZO 2017  
ISSN - 1510 - 9011  
CORREOS DEL URUGUAY  
FRANQUEO A PAGAR / Cuenta N° 1010/2



# Sumario

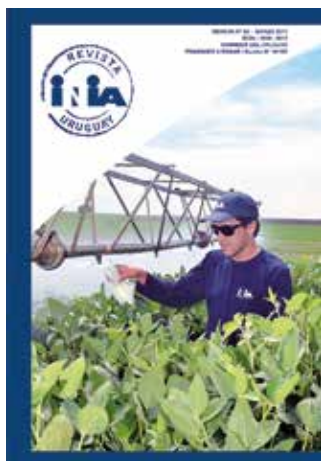


Foto de tapa: Evaluación de lámina de riego (Foto A. Vergara)

## INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

### JUNTA DIRECTIVA

**Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel**  
MGAP - Presidente

**Dr. PhD. José Luis Repetto**  
MGAP - Vicepresidente

**Ing. Agr. Jorge Peñagaricano**  
**Ing. Agr. Diego Payssé**  
Asociación Rural del Uruguay  
Federación Rural

**Ing. Agr. Pablo Gorriti**  
**Ing. Agr. Alberto Bozzo**  
Cooperativas Agrarias Federadas  
Comisión Nacional de Fomento Rural  
Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agrícola

**Comité editorial:**  
Junta Directiva  
Dirección Nacional  
Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

**Director Responsable:**  
Ing. Agr. (Mag) Raúl Gómez Miller

**Realización Gráfica y Editorial:**  
Aguila Comunicación y Marketing

Tel.: 2908 8482, Montevideo.

Edición: Marzo 2017 / N° 48

Tiraje: 25.000 ejemplares.

Depósito legal: 334.686

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: Andes 1365 Piso 12

Montevideo C.P.11700, Tel.: 2902 0550

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

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

Revista trimestral.

Revista N° 48 / Marzo 2017

### EDITORIAL

1

### INIA x DENTRO

- Fortaleciendo el trabajo en red de INIA

2

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- Manejo del calostrado en el ternero recién nacido
- Validación de autoconsumo con afrechillo de arroz sobre campo natural en invierno

5

11

### PASTURAS

- Protección de pasturas durante la implantación
- *Holcus lanatus* 'INIA VIRTUS'
- Aspectos biológicos y daño de la pulguilla de la alfalfa

17

22

25

### CULTIVOS

- Soja: adaptación de ciclos de madurez a diferentes épocas de siembra bajo condiciones de riego
- Nueva herramienta en línea, SARAS
- Biología y manejo del "bicho bolita"

28

34

38

### HORTIFRUTICULTURA

- Las últimas selecciones promisorias de cultivares frutícolas
- INIA 'LB04' nuevo cultivar de cebolla roja
- *Diaphorina citri*, una gran amenaza para la citricultura en Uruguay

42

48

50

### FORESTAL

- Producción de etanol y derivados a partir de residuos forestales

55

### BIOTECNOLOGÍA

- Red nacional de biotecnología agrícola

58

### SUSTENTABILIDAD

- Herramientas biotecnológicas para el mejoramiento genético de cultivos
- Experimentos de largo plazo
- El riego suplementario en pasturas y cultivos

62

67

73

### ACTIVIDADES

- Agenda estratégica de actividades INIA 2017

76

### NOTICIAS

### EN MEMORIA

- Ing. Agr. Armando Rabuffetti

80

Agradecemos mantener sus datos actualizados para una mejor distribución de la revista. Para ello debe ingresar a su registro en [www.inia.uy](http://www.inia.uy) Por dudas y consultas favor comunicarse al Tel.: 2367 7641, Int. 1764 de 8 a 16:30.



# EDITORIAL

Ing. Agr. MSc., PhD., Álvaro Roel  
Presidente Junta Directiva de INIA

Este año 2017 marca un mojón en la rica trayectoria institucional, dando inicio a la ejecución de un nuevo Plan Estratégico.

En el 2016 se concluyó el proceso de revisión de la institución, mediante una exhaustiva interacción con las organizaciones de productores, el sistema político y la comunidad científica. Durante el mismo se hizo un análisis de los proyectos en ejecución y se puso en perspectiva la visión del sector agropecuario al 2030. Este profundo ejercicio de reflexión nos ha permitido establecer prioridades y definir estrategias.

Algunos de los énfasis claros que salen de esta etapa de análisis que quisiéramos compartir con ustedes son:

- La cartera de proyectos con la que habíamos venido trabajando era demasiado amplia y dividida en pequeñas partes, con horizontes temporales en general cortos, lo que dificultaba un mejor entendimiento de los procesos y la transferencia de lo generado. A partir de este análisis se establecieron ejes de acción: focalizarse en un conjunto menor de proyectos, más amplios en términos de duración y con mayor presencia de aspectos interdisciplinarios. No hay una institución que pueda, por sí misma, resolver los problemas o capitalizar las oportunidades que el sector nos plantea. En consecuencia, una decisión adoptada fue seguir intensificando la capacidad de articulación con otras instituciones.

- Basados en el paradigma de la intensificación sostenible, se ampliarán los recursos destinados al estudio de los temas ambientales, bajo la consigna de la búsqueda de los co-beneficios, alternativas que nos permitan generar mayor productividad con una mejor utilización de los recursos. Esta es una concepción clave para la proyección y competitividad del país y la sociedad, cada vez más interesada en la preservación de los atributos ambientales. En consecuencia, nos enfrentamos al desafío de conocer más en profundidad las implicancias ambientales que tiene la intensificación de los distintos sistemas productivos, lo que nos compromete a invertir más en ensayos de largo plazo, que nos permitan dimensionar con mayor precisión estos efectos en el mediano y largo plazo.

- Un aspecto estratégico, en línea con una visión de país agroexportador de alimentos, que pretende llegar a un consumidor exigente, es la necesidad de generar una plataforma agroalimentaria donde poner, en forma articulada, las capacidades que tenemos para fortale-



cer la ciencia de los alimentos y los aspectos de inocuidad de los mismos.

- El campo natural, nuestro centro de diversidad genética, de resiliencia, espacio de producción del mayor número de productores, elemento central en los equilibrios producción-ambiente a nivel país, también tendrá un mayor énfasis de recursos para la investigación.

- Es claro también que el valor central de INIA es la materia gris, la capacidad de su gente, si mañana nos quedamos sin los edificios con la materia gris los podemos volver a construir, pero no al revés. Por esto, la prioridad número uno en este quinquenio será seguir consolidando los núcleos críticos de investigación en las principales áreas de acción del Instituto y, a través de ellos, construir las mejores propuestas de investigación y transferencia.

- Otro aspecto relevante es la implementación de un conjunto de indicadores en los distintos ámbitos institucionales: producción científica, tecnológica, de transferencia de tecnología, de gestión, etc. Tomando la premisa de Lord Kelvin "lo que no se mide no se puede mejorar", nos hemos propuesto medir los diversos procesos que se desarrollan en INIA para poder evaluarlos, comunicarlos y establecer las correcciones pertinentes en tiempo y forma.

En próximas ediciones de la revista seguiremos compartiendo los avances en estas áreas priorizadas.

# FORTALECIENDO EL TRABAJO EN RED DE INIA: Acuerdos y convenios nacionales e internacionales implementados durante el año 2016

Ing. Agr. (PhD) Fabio Montossi

Director Nacional



Uno de los objetivos centrales de un instituto de investigación agropecuaria como el INIA, es el de generar nuevos conocimientos y productos y procesos tecnológicos que contribuyan a mejorar la competitividad de los diversos sistemas productivos, con visión de cadena de valor, y orientado a satisfacer la demanda de los consumidores.

Ello debe contemplar, integralmente, aspectos productivos, económicos, sociales y ambientales. En ese sentido, la liberación de nuevos cultivares, el desarrollo de nuevas tecnologías e información que aporte valor a dichos procesos es el resultado más visible del accionar de una organización como INIA. Desde las páginas de esta revista habitualmente nos ocupamos de dar cuenta de esos avances, pero para poder dar sustento a ese trabajo es necesario tejer alianzas, buscar sinergias, complementar capacidades para mejorar la eficacia y la eficiencia; lo que implica el desarrollo de líneas de acción que muchas

veces son menos conocidas por parte de los destinatarios finales de nuestra labor.

En ese sentido, en base a los lineamientos estratégicos de la Junta Directiva de INIA, y a manera de un breve resumen, nos interesa destacar acuerdos y convenios implementados durante el año 2016 que tienen que ver con la consolidación de alianzas estratégicas, el trabajo interinstitucional y la búsqueda de socios nacionales e internacionales que nos permiten ampliar el potencial del cumplimiento de la misión y visión institucional. Entre ellos, se destacan:

- Instalación en INIA La Estanzuela de la "Plataforma de Fenotipado de Trigo", como parte de una red mundial de plataformas de estas características. Este emprendimiento, mediante un acuerdo con CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), que es responsable de por más del 50 % del origen genético de los trigos en el mundo, permitirá avanzar más rápi-



Estos temas, de interés común, además de atender aspectos de salud alimentaria, apuntan al cuidado de los recursos naturales asociados a la actividad agrícola, con una visión de largo plazo. Estos acuerdos permitirán el trabajo conjunto con científicos alemanes que lideran en estas áreas en Europa, con las consecuentes implicancias tecnológicas y comerciales para el Uruguay.

- Consolidación de los Campus de Aprendizaje, Investigación e Innovación en INIA Tacuarembó e INIA Treinta y Tres. Los mismos constituyen una experiencia inédita en el país, desarrollada junto a la Universidad de la República y al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

El desarrollo de estos polos tecnológicos en el interior permitirá establecer mecanismos de coordinación y alianzas estratégicas, consolidando núcleos técnicos en los territorios, capaces de dar forma a una oferta educativa más inclusiva, permitiendo un acceso integral al desarrollo profesional de estudiantes de todo el país y generando oportunidades y soluciones con foco regional.

- Concreción de alianzas estratégicas en el ámbito de la transferencia de tecnología, incluyendo la instalación de oficinas del Instituto Plan Agropecuario (IPA) y del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) en las estaciones experimentales de Tacuarembó y Treinta y Tres. En este mismo sentido, se están consolidando acciones con INASE en INIA Treinta y Tres. Esto permitirá ir mejorando los procesos de transferencia de tecnología e innovación para que la generación de ciencia y tecnología llegue de manera

damente en el plan de mejoramiento del cereal en el país, particularmente con foco en la resistencia a enfermedades. Esto permitirá explorar mayores potenciales de producción y un menor uso de pesticidas.

- Instalación en INIA Treinta y Tres de la sede regional del FLAR (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego) para la zona templada, lo que permite dinamizar la integración del trabajo con los distintos socios del FLAR en la región (Brasil, Argentina y Chile). Esta importante apuesta a la sinergia público-privada seguramente permitirá mejorar rendimientos, resistencia a enfermedades y calidad de una manera más eficiente en beneficio de todo el sector arrocero.

- Firma de la propuesta del proyecto “Cooperación científica y tecnológica entre Uruguay y China como una plataforma para el desarrollo de germoplasma de soja de alto valor agregado”, suscripto con la Academia de Ciencias Agrícolas de China (CAAS).

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar un programa conjunto de mejoramiento genético de soja, con especial énfasis en el desarrollo de variedades de soja de alto valor agregado para consumo humano en el mercado chino.

- Firma de acuerdos de trabajo con el Julius Kühn Institut de Alemania para la implementación de proyectos de investigación colaborativa en sistemas agrícolas sostenibles y edición genómica vinculado al desarrollo de variedades de soja.





más efectiva a los productores, con una mayor eficiencia en el uso de recursos.

- Proyecto de apoyo a los Programas de Mejora Genética de Cultivos de INIA. Este será un esfuerzo conjunto entre la Facultad de Agronomía (UdelaR), el Agronomy Department de la University of Wisconsin-Madison/EEUU, el Department of Plant Breeding and Genetics de Cornell University/EEUU e INIA.

Este proyecto tiene como objetivo acelerar los progresos genéticos en las características de mayor importancia económica y asociadas a temas de resiliencia, calidad, impacto ambiental, costos, etc., en los programas de mejoramiento de cultivos (trigo, arroz, cebada y soja) de INIA. El mismo se aplicará mediante la aplicación de tecnologías avanzadas a nivel mundial en selección genómica, biotecnología y bioestadística.

- Nueva estrategia de internacionalización de INIA con TEAGASC (Irlanda), IRTA (España) y Agresearch (N. Zelandia). Esta alianza estratégica tiene como objetivo posicionar internacionalmente a estos institutos mediante el intercambio activo de datos, personal y la definición de propuestas comunes para desarrollos científicos y tecnológicos. El foco de las primeras acciones de investigación conjunta estará puesto en la intensificación sostenible en ganadería de carne y lechería en sistemas de pastoriles.

- Convenio de evaluación, licencia temprana y producción de semilla de cultivares del soja generados

por INIA. Este convenio fue firmado entre INIA y el Consorcio Nacional de Semilleros de Soja (Copa-gran, Cadol, Calmer, Calsal, URF y Soforuta), denominado "Grupo Soja".

Este convenio tiene como principal objetivo integrar al sector multiplicador y comercializador de semillas en las etapas finales de la evaluación/demostración de los materiales promisorios del programa de mejoramiento de soja de INIA. Esto permite la participación en la decisión de lanzamiento de los nuevos cultivares que responda a las demandas de la producción y generando diferentes oportunidades de mercado. Este mismo grupo de actores renovaron por 5 años el convenio de evaluación, licencia temprana y producción de semilla de cultivares del trigo generados por INIA, denominado "Grupo Trigo".

En un mundo cada más globalizado y competitivo, en particular para Uruguay que tiene la mayoría de sus cadenas de valor agropecuarias orientadas a la exportación, se requiere del apoyo de la investigación y la innovación para lograr una efectiva inserción en los mercados internacionales más exigentes, así como atender las demandas crecientes de los consumidores locales y de la sociedad en su conjunto. El promover la articulación interinstitucional, fomentando el trabajo en red, las sinergias con el sector público y privado, así como la internacionalización del Instituto, son parte de la construcción de un modelo para un mejor posicionamiento estratégico del sector y el país.

Material complementario de esta contribución en [www.inia.uy](http://www.inia.uy)





# MANEJO DEL CALOSTRADO EN EL TERNERO RECIÉN NACIDO

Ing Agr (MSc, PhD) Alejandro Mendoza<sup>1</sup>,  
DMV Darío Caffarena<sup>2</sup>,  
Ing Agr (PhD) Santiago Fariña<sup>1</sup>, DMV (MSc) Tatiana Morales<sup>1</sup>,  
DMV Federico Giannitti<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción de Leche

<sup>2</sup>Plataforma de Salud Animal

<sup>3</sup>Veterinary Population Medicine Department,  
University of Minnesota, USA

## EL ROL DEL CALOSTRO EN EL TERNERO RECIÉN NACIDO

El calostro es la primera secreción de la glándula mamaria luego del parto y es de fundamental importancia para la salud y supervivencia del ternero neonato.

Está constituido por una mezcla de secreciones lácteas y constituyentes del suero sanguíneo, principalmente inmunoglobulinas y otras proteínas, que se acumulan en la glándula mamaria en las últimas semanas de la gestación. El calostro obtenido en el primer ordeño luego del parto tiene una concentración de proteínas mayor que la de la leche, destacándose una muy alta concentración de inmunoglobulinas, particularmente inmunoglobulina G (IgG). Este es el principal anticuerpo presente en la circulación sanguínea y fluidos corporales y tiene una función inmunológica fundamental para mantener el estado de salud del animal.

Debido a que los anticuerpos maternos no se traspasan de la vaca al feto durante la gestación a través de la placenta, los terneros nacen desprovistos de cantidades suficientes de anticuerpos circulantes. Por lo tanto, la ingesta de calostro materno constituye la principal fuente de anticuerpos para el ternero recién nacido, que le permitan combatir las infecciones provocadas por diversos microorganismos patógenos que frecuentemente ocurren durante las primeras semanas de vida. A este pasaje de inmunidad de la madre al ternero a través del calostro se lo denomina comúnmente “transferencia pasiva de inmunidad” (TPI).

Además del rol crucial del calostro en proveer inmunidad, su mayor contenido de sólidos totales respecto de la leche (en particular de grasa y proteína), hace que sea una fuente rica de energía para el ternero recién nacido. El calostro también contiene mayores cantidades de minerales y vitaminas, y diversos componentes con actividad antimicrobiana (lactoferrina, lisozima, lactoperoxidasa), hormonas y otros factores de crecimiento que estimulan el desarrollo de la mucosa del tracto gastrointestinal, que es esencial para una adecuada digestión de la leche.

## ¿DE QUÉ DEPENDE EL ÉXITO DEL CALOSTRADO?

El factor que más incide en la salud y supervivencia de los terneros es una adecuada ingesta de calostro de alta cali-

dad en las horas inmediatamente posteriores al nacimiento. Otros beneficios a más largo plazo de un buen calostro incluyen: una menor mortalidad luego del desleche, una mejor ganancia de peso en la recría e, incluso, una mayor producción de leche en la primera lactancia.

El éxito o fracaso del calostrado del ternero depende de tres factores:

- 1) Cantidad de calostro ingerido
- 2) Calidad del calostro ingerido
- 3) Momento de ingestión del calostro

## Cantidad de calostro ingerido

Como regla general, una ingesta mínima de entre 150 y 200 g de IgG permitiría que un ternero de 40 kg logre una adecuada inmunidad. Para un calostro de calidad adecuada (ver más adelante), una ingesta de calostro equivalente al 8,5-10 % del peso corporal del ternero al nacer (3,5 a 4 L de calostro en un ternero de 40 kg) alcanzaría a cubrir esa demanda. Sin embargo, la cantidad de IgG absorbida también depende de su concentración en el calostro (calidad del calostro), así como del momento en que este es ingerido.

En condiciones de campo, la calidad del calostro que consumen los terneros que maman directamente de la ubre de sus madres es desconocida, y no es posible asegurar que el ternero que permanece con su madre consuma esa cantidad mínima de IgG en el momento adecuado. Sobre esta base, las recomendaciones más recientes sugieren retirar al ternero de la vaca lo antes posible luego del parto y suministrarle artificialmente en una única toma ese volumen de calostro, para favorecer una adecuada TPI.

## Calidad del calostro

Se considera que un calostro tiene calidad suficiente para proveer inmunidad a un ternero si tiene una concentración de IgG mayor a 50 g/L. Los calostros que no cumplen este requisito pueden usarse para alimentar terneros de mayor edad, pero no se deberían administrar a los terneros recién nacidos. Diversos factores pueden alterar la concentración de IgG del calostro. Es esperable encontrar bajas concentraciones de IgG en el calostro obtenido de los animales descritos en el Cuadro 1.

**Cuadro 1** - Situaciones donde es posible esperar bajas concentraciones de IgG en el calostro.

Vacas de primer parto
Vacas que padecieron estrés calórico en el preparto
Vacas que tuvieron un período seco menor a 3 semanas
Vacas que se ordeñaron en el preparto
Vacas con mastitis clínica al parto
Vacas que producen un gran volumen de calostro

Un ternero debería consumir una cantidad de calostro equivalente a 8,5 a 10 % de su peso al nacimiento dentro de las 6 horas luego del parto.

La vacunación adecuada de las vacas gestantes puede aumentar la concentración calostrual de anticuerpos contra distintos patógenos causantes de enfermedades en el ternero durante las primeras semanas de vida, como la diarrea neonatal. En general, la nutrición de la vaca en el preparto tiene poco efecto sobre la concentración de IgG en el calostro.

Hay varias formas de evaluar la calidad del calostro. A nivel de campo, la forma más simple (pero menos objetiva) es la apreciación visual. Los calostros de buena calidad generalmente son cremosos, de color amarillo intenso homogéneo, y no contienen sangre, grumos u otros elementos contaminantes, tales como materia fecal o barro. La calidad del calostro puede también evaluarse determinando su densidad relativa con el uso de un calostrímetro o densímetro; un calostro de alta calidad (>50 g/L de IgG) tiene una densidad relativa mayor a 1,050. Algunos densímetros tienen una escala en colores con la conversión del valor de densidad a concentración de IgG, correspondiéndose los valores mayores a 50 g/L con el color verde de la escala (Figura 1).



**Figura 1** - Densímetro sumergido en una probeta que contiene calostro, como método de evaluación de su calidad.





**Figura 2** - Refractómetro óptico (arriba) y digital (abajo).

Debido a que la lectura varía según la temperatura del calostro, la misma debe realizarse a una temperatura de 20 °C; si se hace con temperaturas menores, se tiende a sobreestimar la calidad del calostro, y viceversa.

Se pueden usar refractómetros portátiles, tanto ópticos como digitales, que miden grados Brix, para estimar indirectamente la concentración de IgG en el calostro (Figura 2). En calostros de vacas Holstein, una lectura de 22° Brix se corresponde con concentraciones de IgG mayores a 50 g/L, mientras que en ganado Jersey el punto de corte estaría en una lectura de 18° Brix.

### Momento de ingestión del calostro

El momento en que el ternero ingiere el calostro es fundamental para que las inmunoglobulinas presentes en él sean absorbidas eficientemente. Para lograrlo, el calostro debe ser ingerido en las primeras 3 a 6 horas de vida, y no más allá de las 12 horas, ya que luego de este periodo las inmunoglobulinas son degradadas por las secreciones digestivas del ternero y la pared intestinal se vuelve relativamente impermeable a la absorción de IgG. La tasa de absorción es muy baja luego de 12 horas y prácticamente nula después del primer día de vida del animal. Por lo tanto, en términos prácticos, cuanto antes se suministre el calostro al ternero luego del nacimiento, mayor será la eficiencia de absorción de IgG hacia la circulación sanguínea, y por ende mayores las posibilidades de lograr una TPI exitosa.

### MÉTODOS DE CALOSTRADO DEL TERNERO RECIÉN NACIDO

Una práctica común en los tambos de Uruguay es que el ternero recién nacido permanezca con su madre por un período variable, que puede ir desde unas pocas horas a varios días. En este sistema de calostrado natural el ternero podría lograr una adecuada TPI si se super-

visa en qué momento ingiere el calostro. Sin embargo, en este sistema no se tiene control sobre los otros dos factores: la cantidad y la calidad del calostro ingerido.

Por lo tanto, el calostrado natural no permite tomar acciones correctivas para resolver los problemas que puedan presentarse. Además, los terneros que quedan con la madre tienen un mayor riesgo de exposición a distintos microorganismos presentes en los pezones y en la materia fecal materna, lo que puede representar una importante fuente de infección por microorganismos patógenos.

Esto explica por qué diversos estudios concluyen en que hay una mayor probabilidad de que los terneros no logren una adecuada TPI cuando maman calostro directamente de sus madres, en comparación con un sistema de calostrado artificial adecuadamente implementado, donde los neonatos son retirados de sus madres inmediatamente luego del parto y se les administra calostro manualmente a través de un operario.

### ¿Qué es el calostrado artificial y cómo se implementa?

El calostrado artificial supone: a) la obtención de calostro de las vacas por ordeño manual o mecánico para poder determinar su volumen y calidad, b) retirar los terneros de sus madres lo antes posible luego del parto, y c) administrar el calostro al ternero a través de un operario.

La administración de calostro puede hacerse con una mamadera (Figura 3) o una sonda bucoesofá-



**Figura 3** - Uso de mamadera para suministrar calostro.



**Figura 4** - Uso de sonda bucoesofágica para suministrar calostro.

gica (Figura 4) que es una técnica fácil de realizar con un poco de práctica. En términos prácticos no habría diferencias importantes en la TPI lograda entre ambos métodos de administración. La principal ventaja de usar una sonda bucoesofágica es la mayor rapidez en el suministro de un gran volumen de calostro al ternero.

Por regla general, debería calostrarse artificialmente a todo ternero que no tiene capacidad de mamar, o si su madre es una vaca de primera cría, está enferma, o por algún motivo no permite el amamantamiento por parte del ternero. Sin embargo, existen tambos comerciales donde el calostrado artificial es practicado sistemáticamente a todos los terneros.

### Almacenamiento de calostro

El almacenamiento de calostro, ya sea refrigerado o congelado (banco de calostro), se hace necesario cuando se hace calostrado artificial. Si se almacena calostro hay que medir su calidad para almacenar sólo calostro de buena calidad. Si no se tiene ninguna forma objetiva de hacerlo, se debería colectar únicamente el primer calostro de vacas adultas sanas, dentro de las primeras 2 horas luego del parto, y no más allá de 6 horas del mismo, y realizar un examen visual para asegurar que no haya presencia de sangre, grumos, materia fecal o tierra.

Se aconseja almacenar calostro de vacas individuales en vez de armar un "pool" con el calostro de distintas

Para armar un "banco" de calostro, ordeñar el 1<sup>er</sup> calostro de vacas adultas y sanas, dentro de las 2 horas luego del parto, en recipientes limpios y desinfectados, y refrigerar o congelar dentro de 1 hora de obtenido

vacas, ya que los calostros de alta calidad pueden ser diluidos con calostros de calidad inferior.

El calostro se debe colectar en recipientes limpios y desinfectados y se debería refrigerar o congelar no más allá de 1 hora desde su obtención. Si bien la concentración de IgG en calostro refrigerado en heladera permanece estable hasta por una semana, el recuento bacteriano puede alcanzar valores inaceptables (>100.000 UFC/mL) luego de solo 2 días de refrigeración (si no se usan conservantes), y por este motivo debe ser consumido dentro de ese plazo.

Si se va a congelar el calostro, debe almacenarse preferiblemente en bolsas que se venden con ese fin, o en su defecto en botellas limpias y desinfectadas. Es conveniente rotular el envase, indicando la fecha de obtención y la calidad, así como el número de la vaca de la que se obtuvo. El calostro puede conservarse congelado hasta por 1 año, siempre que no hayan ocurrido procesos de descongelado en el medio. Para su uso se debe descongelar a baño María a no más de 60 °C de temperatura, para evitar la desnaturalización por calor de la IgG (Figura 5).



**Figura 5** - Descongelado de calostro en una botella a baño María, nótese en el termómetro que la temperatura del agua es menor a 60°C.

Otro método para reducir la carga bacteriana y la presencia de bacterias o virus patógenos en el calostro es la pasteurización. Para evitar riesgos de desnaturalización de la IgG y cambios en la fluidez del calostro, la pasteurización debería hacerse a baja temperatura (60 °C) y por tiempo prolongado (60 minutos), usando un pasteurizador en batch. El calostro pasteurizado, si se almacena refrigerado en un recipiente limpio y tapado, tiene una vida útil de 8 a 10 días.

### Uso de suplementos o sustitutos de calostro

En situaciones donde no se dispone de calostro fresco o almacenado de buena calidad, o cuando se quiere evitar la transmisión de enfermedades vehiculizadas por el calostro, podrían usarse suplementos o sustitutos de calostro. Los suplementos de calostro sólo aportan una cantidad adicional de IgG por dosis (usualmente 50 g de IgG o menos) y ningún otro nutriente, y por lo tanto no reemplazan al calostro materno. Por otra parte, una dosis típica de sustituto de calostro aporta aproximadamente 100 g de IgG, además de energía, proteínas, minerales y vitaminas, lo que teóricamente le permite al ternero lograr una adecuada inmunidad y satisfacer los requerimientos de nutrientes en el primer día de vida. Sin embargo, como ya fuera señalado, las recomendaciones actuales apuntan a ofrecer entre 150 y 200 g de IgG lo antes posible luego del nacimiento.

Los reportes sobre el uso de sustitutos de calostro, tanto de origen lácteo (calostro materno) como de suero bovino, han presentado resultados variables. Su empleo podría ser efectivo si se provee en una única dosis lo antes posible luego del nacimiento, y en una dosis elevada (usualmente mayor a la recomendada), lo que

hace necesario considerar la relación costo-beneficio de esta práctica. Como regla general, la primera elección en un programa de calostrado debe ser el calostro materno de alta calidad, antes que los sustitutos o suplementos.

### ¿QUÉ HERRAMIENTAS TENEMOS PARA EVALUAR EL ÉXITO DE UN PROGRAMA DE CALOSTRADO?

Objetivamente, se considera que la TPI fue exitosa si la concentración de IgG en el suero del ternero es mayor a 10 g/L, cuando se mide luego de la ingestión de calostro, entre las 24 y 72 horas de vida (Figura 6).

Se han desarrollado instrumentos para realizar esta medición a campo, como los refractómetros, que permiten estimar indirectamente la concentración de IgG en el suero a través de la determinación de los sólidos totales en el mismo (Figura 7).

Dependiendo de la escala en que se midan los resultados, se ha establecido que una lectura mínima de 5,2 g/dL de proteínas totales en suero de terneros sanos y bien hidratados, o de 5,5 g/dL en terneros enfermos, se corresponden con concentraciones de IgG en suero mayores a 10 g/L, que es el punto de corte de una adecuada TPI. Estos valores equivalen a 8,4 y 8,5° Brix, respectivamente, en los refractómetros que ofrecen una lectura en esta escala.

En todos los casos hay que conocer el rango de temperatura en que trabaja el refractómetro para no realizar una lectura errónea, ya que no todos corrigen automáticamente por la temperatura. Una forma práctica de evaluar la TPI en el tambo es obtener muestras de sue-



**Figura 6** - Obtención de una muestra de sangre de la vena yugular en un ternero para la posterior obtención de suero para analizar por refractometría.



**Figura 7** - Uso de un refractómetro óptico para evaluar el nivel de sólidos/proteínas totales, como método indirecto para determinar la eficacia de la transferencia pasiva de inmunidad.

ro sanguíneo de 12 terneros que hayan consumido calostro al menos 24 horas antes, y que tengan idealmente entre 1 y 3 días de vida (excepcionalmente, pueden usarse terneros de hasta 1 semana de vida), y medir la concentración de proteínas totales por refractometría. Se considera que hubo una adecuada TPI en el predio si al menos 80 % de los terneros evaluados presentan concentraciones séricas de proteínas totales iguales o mayores a 5,5 g/dL, o si al menos 90 % de los terneros evaluados tienen concentraciones de proteínas totales en suero iguales o mayores a 5 g/dL, o lecturas iguales o mayores a 8,5° Brix. Valores inferiores indican que el plan de calostrado debería ser revisado.

### REFLEXIONES FINALES

El calostrado es el factor más importante en determinar la salud y la supervivencia de los terneros neonatos. A pesar de ello, y de que se ha constatado que la ingesta temprana de calostro de alta calidad tiene efectos po-

sitivos sobre el desempeño de los animales en el largo plazo, la prevalencia de fallas en la TPI a nivel mundial es muy relevante, con valores que oscilan en 20 % en EEUU, 26 % en Reino Unido, 33 % en Nueva Zelanda, y casi 40 % en Australia y Canadá.

Si bien a la fecha no se dispone de información equivalente para Uruguay, la práctica generalizada en los tambos uruguayos de dejar que el ternero permanezca con su madre o vacas nodrizas luego del parto, muchas veces con escasa supervisión de si efectivamente el ternero ingiere o no calostro dentro de los plazos recomendados, sugiere que el problema evidenciado en otros países también podría estar ocurriendo en el nuestro. Por lo tanto, como punto de partida sería importante incorporar algún sistema de medición sistemática del éxito de la TPI en los tambos. Esto permitiría identificar posibles problemas y corregirlos para mejorar la salud y supervivencia de las terneras.





# VALIDACIÓN DE AUTOCONSUMO CON AFRECHILLO DE ARROZ SOBRE CAMPO NATURAL EN INVIERNO

Fiorella Cazzuli<sup>1</sup>; Juan Clariget<sup>1</sup>; Fernanda Larratea<sup>2</sup>; Virginia Porcile<sup>2</sup>;  
Donald Chalking<sup>3</sup>; Ángel Rodríguez<sup>1</sup>;  
Ximena Lagomarsino<sup>1</sup>; Fabio Montossi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

<sup>2</sup>Proyecto “Mejora en la sostenibilidad de la ganadería familiar de Uruguay” (UFFIP)

<sup>3</sup>CREA

## INTRODUCCIÓN: contexto y justificación

Los sistemas ganaderos extensivos y semi extensivos muchas veces registran pérdidas de peso vivo en algunas o en todas las categorías animales durante el invierno en aquellos casos en donde no se aplica ninguna tecnología tendiente a corregir el déficit de producción de forraje invernal, lo que repercute en una menor productividad total.

Considerando las limitantes actuales de mano de obra, así como el valor que el productor le da al uso de su tiempo y al de sus colaboradores, desde la investigación se planteó una propuesta tecnológica para lograr ganancias moderadas de peso durante el invierno, mediante la suplementación utilizando comederos de auto

suministro (o autoconsumo). La tecnología incluye el uso de un subproducto de la industria arrocera, afrechillo de arroz molido y sin desgrasar (AA), el cual cuenta con alto valor nutritivo, disponibilidad en el mercado y una favorable relación de precios con respecto a otros suplementos, especialmente en términos de unidad de proteína cruda o energía metabolizable. Al restringir su suministro a dos veces por semana se ahorra tiempo y mano de obra en la suplementación. Como parte de la propuesta se debe realizar, previo a la suplementación, un pastoreo intenso del campo natural al final del verano, para promover el crecimiento y acumular forraje durante el otoño. De esta forma, se comienza el invierno con una masa de forraje en cantidad y calidad tal que permite obtener una adecuada performance animal.

## ¿Qué se ha hecho a nivel de investigación?

En ensayos de investigación realizados por INIA sobre campo natural reservado de Basalto se trabajó con terneros Hereford en su primer año de vida (PV inicial = 168 kg), contrastándolos con un lote “testigo” sin suplementar sobre la misma base forrajera, a una carga de 1,03 UG/ha.

Los lotes suplementados fueron suministrados todos los días (TLD) o mediante autoconsumo restringido a dos veces por semana (ACR) con afrechillo de arroz molido (m) o peleteado (p). Todos los animales se suplementaron a razón del 0,8 % diario del peso vivo (PV) promedio del lote. Es decir, asumiendo un PV promedio inicial de 170 kg, los tratamientos TLD contaban todos los días de la semana con 1,36 kg AA/animal/día (total semanal: 9,52 kg AA/an), mientras que los tratamientos ACR contaban con 5,44 kg AA/an en los 4 primeros días y 4,08 kg AA/an en los 3 días posteriores (total semanal: 9,52 kg AA/an).

Previo a los ensayos, los animales fueron acostumbrados a la suplementación con cantidades crecientes de AA hasta llegar a la cantidad objetivo. La fase de “acostumbramiento” es clave en cualquier esquema de suplementación, para minimizar las pérdidas de peso que pueden darse en el momento en que el animal inicia una nueva dieta. Cada 14 días se ajustaban las cantidades de AA a suministrar, en función del PV promedio de cada lote. El inicio de los ensayos fue el 17 de junio; en el Cuadro 1 se presentan los resultados logrados hasta el 3 de setiembre.

### OBJETIVO: Llevar a escala comercial los resultados de investigación

La investigación clásica evalúa resultados biológicos y productivos en condiciones controladas, de manera que sean confiables y reproducibles en condiciones similares. Sin embargo, al llevar los resultados de investigación a las condiciones reales de producción, los resultados pueden variar en función de múltiples factores (suelos, clima, genética, sanidad y categoría animal),

- La suplementación permite lograr ganancias de peso moderadas durante invierno, aumentando en 6 veces las ganancias de peso con relación a los animales que solo pastorean campo natural.
- Los resultados fueron similares entregando el suplemento diariamente que dos veces por semana, si la cantidad de suplemento promedio diaria es igual.
- Es lo mismo suplementar con AA molido o peleteado, incluso en comederos de auto consumo.

experiencia previa del productor y del personal, características y objetivos de cada empresa, etc.

Para dar un paso más en el proceso entre la investigación y la implementación de las propuestas tecnológicas, se decidió validar los resultados experimentales llevando los ensayos a escala comercial. Para ello se trabajó con predios con distintos perfiles en cuanto a escala de producción y lógica de toma de decisiones.

### VALIDACIÓN: ¿qué y cómo se hizo?

Primero se seleccionaron los potreros de campo natural, en base a su potencial, así como los lotes de animales con los que se iba a trabajar, ajustando las necesidades de la validación a las metas de la empresa ganadera. Al final del verano 2016, los potreros fueron pastoreados intensamente con los animales disponibles en cada predio, hasta llegar a una altura de 3 cm aproximadamente, de manera tal de acumular forraje nuevo durante el otoño, hasta el comienzo de la validación.

Los animales se pesaron con frecuencia mensual y el manejo sanitario de los lotes fue responsabilidad de cada productor. Previo al comienzo de la validación, en el caso del predio de B se registró una parasitosis gastrointestinal que determinó un peso inicial menor al deseado. En cuanto al forraje, se realizaban medidas mensuales de disponibilidad y altura de forraje<sup>4</sup>.

**Cuadro 1** - Resultados de ensayos de investigación.

Variable	Tratamientos					P
	T	TLDm	TLDp	ACRm	ACRp	
GMD (kg/an/día)	0,053 <sup>b</sup>	0,355 <sup>a</sup>	0,331 <sup>a</sup>	0,319 <sup>a</sup>	0,305 <sup>a</sup>	**

T: testigo sin suplementación; TLD: suplementación con AA todos los días a 0,8 % PV; ACR: suplementación con AA dos veces por semana mediante autoconsumo restringido a 0,8 % PV promedio diario; AA: afrechillo de arroz entero; m: AA molido; p: AA peleteado; PV: peso vivo lleno; GMD: ganancia media diaria; \*\* = P < 0.01.

<sup>4</sup>La disponibilidad fue medida utilizando un aparato que estima altura y disponibilidad de forraje (Rising Plate Meter®). La calidad fue determinada mediante el “índice verde”, proporcionado por el uso de un aparato que estima este índice (Green Seeker®).

**Cuadro 2** - Principales características productivas y tecnológicas de los predios.

Característica	Predio A	Predio B	Predio C
Suelos predominantes	Basalto	Cristalino	Basalto
Categoría animal	Novillos sobreaño	Terneras primer invierno	Vaquillonas sobreaño
Raza	AbA/AbAxHE	AbA/AbAxHE	HE
Frecuencia de reposición de AA	Dos veces por semana	Dos veces por semana	Una vez por semana
Material comedero	Metal	Metal	Compensado madera
AS (%PV)	0,8	0,8	1,0
Sistema de pastoreo	Continuo	Continuo	Continuo
Fecha inicio suplementación*	11 may 16	17 jun 16	12 may 16
Fecha final suplementación	9 set 16	15 oct 16	11 ago 16

AS: Asignación de suplementación como % del Peso Vivo (PV) en base fresca; AbA: Aberdeen Angus; HE: Hereford. AA: afrechillo de arroz; \* fecha de inicio del acostumbramiento

Mediante comederos de autoconsumo, se suministraba la cantidad de suplemento para el número de animales correspondientes, considerando su peso y la frecuencia de reposición del suplemento seleccionada. Estos cálculos se ajustaban mensualmente, cada vez que se pesaban los animales, en función de un nuevo valor promedio de PV. La asignación de suplementación (AS) y frecuencias de reposición permanecieron constantes a lo largo de todas las experiencias.

En estos procesos de validación de INIA en predios comerciales, se entiende necesario respetar su funcionamiento y considerar que la tecnología propuesta se alinee con los objetivos productivos y económicos de los productores. Es por este motivo que se plantearon algunas variaciones en cada situación con respecto a las propuestas tecnológicas, relacionadas esencialmente al tipo de suelos, categoría animal, razones de suplementación (% PV), frecuencia de suministro, material del comedero, fechas de inicio y final de la evaluación, así como la duración total de la misma (Cuadro 2).



### ¿Qué resultados se obtuvieron en la validación?

#### Predio A

La validación se realizó con el lote más adelantado de novillos sobreaño del predio, aplicando toda la tecnología propuesta por la investigación: acumulación previa y disponibilidad inicial de forraje y fechas de suplementación. El Cuadro 3 presenta los resultados.

Paralelamente a la validación, se tomaron medidas de otros dos lotes para tener información complementaria de qué sucedía en el mismo predio con animales similares, pero con situaciones alimenticias diferentes. Uno de ellos fue el lote menos adelantado de la misma cate-

**Cuadro 3** - Resultados obtenidos en el predio A.

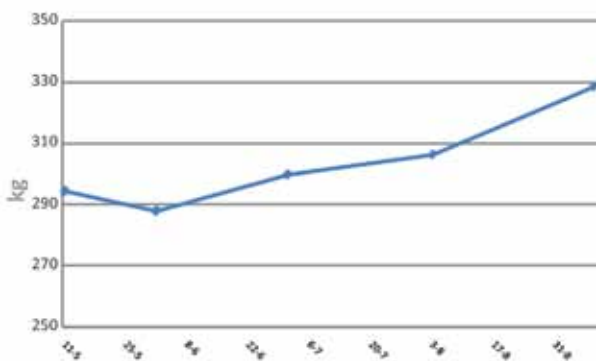
Predio A	
<b>Número de cabezas</b>	<b>39</b>
PV inicial (kg)	294
PV final (kg)	328
Desvío promedio de PV lote animales (kg)	27
<b>GMD (kg/an/día)</b>	<b>0,283</b>
Mortandad (%)	0
Consumo de AA (kg/cab/día)	2,0
Disponibilidad de forraje (kg MS/ha)	2818
Altura del forraje (cm)	7,2
RS (%)	46
SPG (ha)	42
Carga (UG/ha)	0,76

NOTA: PV: peso vivo; Desvío promedio: desvío estándar promedio; GMD: ganancia media diaria en kg por animal por día; SPG: superficie de pastoreo ganadera; RS: restos secos; 1 UG = 380 kgPV.

goría (“lote cola”, PV inicial = 238 kg) el cual pastoreaba potreros con menor disponibilidad forrajera (2293 kg MS/ha) y con mayor dotación animal (0,9 UG/ha). Ambos lotes fueron suplementados siguiendo los mismos principios en términos de la asignación de suplementación y frecuencia de suministro del afrechillo de arroz. Las ganancias logradas por este lote “cola” fueron de 0,100 kg/an/día.

Además, durante el mismo período se monitoreó el peso de un lote de vaquillonas (PV inicial = 251 kg) de la misma edad que los dos lotes mencionados, pero que no fueron suplementadas y que tenían una disponibilidad inicial de forraje más baja (1653 kg MS/ha). Este lote registró una pérdida de peso de 0,148 kg/an/día.

La Figura 1 presenta la evolución del PV del lote de validación del predio A.



**Figura 1** - Evolución del PV del lote de validación del predio A.

En estas experiencias a campo, el acostumbramiento fue incluido dentro de la evaluación y por esa razón las curvas de crecimiento de los animales suplementados presentan un descenso al principio del período.

El lote de validación presentó ganancias parciales entre - 0,312 y + 0,728 kg/an/día, siendo la ganancia negativa correspondiente al período de acostumbramiento y la positiva hacia el final del período.

## Conclusiones predio A

Esta experiencia permitió acelerar la recría invernada, lográndose ganancias de peso muy similares a las reportadas por la investigación. En este caso se aplicaron en gran medida las recomendaciones para el uso de esta tecnología.

La variabilidad dentro del lote fue muy baja, lo que significa que no se generaron diferencias que pudieran complejizar un manejo posterior (ej. re-loteo o lote de animales desparejos en un número más difícil de comercializar).

## Predio B

En este predio se evaluó un único lote, utilizando terneras durante su primer invierno. Este lote fue destetado el 1° de marzo con 148 kg, pero se registró una parasitosis gastrointestinal aguda previo al inicio de la validación determinando pesos iniciales muy inferiores al promedio de otros años (Cuadro 4).

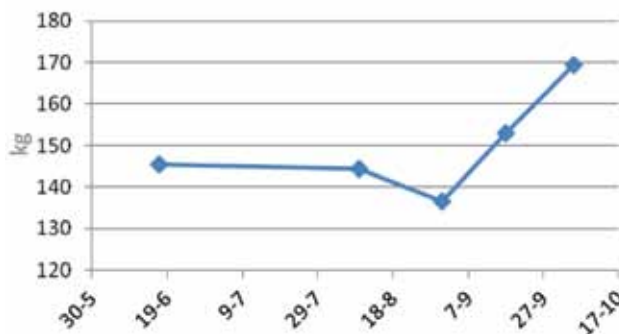
**Cuadro 4** - Resultados obtenidos en el predio B.

Predio B	
<b>Número de cabezas</b>	<b>126</b>
PV inicial (kg)	145
PV final (kg)	169
Desvío promedio de PV lote animales (kg)	24
<b>GMD (kg/an/día)</b>	<b>0,217</b>
Mortandad (%)	2
Consumo de AA (kg/cab/día)	1,3
Disponibilidad de forraje (kgMS/ha)	2522
Altura del forraje (cm)	6,4
RS (%)	53
SPG (ha)	73
Carga (UG/ha)	0,71

NOTA: PV: peso vivo; Desvío promedio: desvío estándar promedio; GMD: ganancia media diaria en kg por animal por día; SPG: superficie de pastoreo ganadera; RS: restos secos; 1 UG = 380 kgPV.

Se registró una mortandad del 2 % en la primera semana de la validación, posiblemente asociada a la parasitosis gastrointestinal post inicio de la validación, combinado con el período de acostumbramiento al suplemento.

La Figura 2 presenta la evolución del PV del lote de validación del predio B.



**Figura 2** - Evolución del PV del lote de validación del predio B.



El acostumbramiento inicial fue excesivamente largo, lo cual combinado con el problema de sanidad determinó que las ganancias parciales durante este período hayan sido de -0,185 kg/an/día (hasta el 31/8). Una vez superado este período, los animales empezaron a aumentar su peso registrando ganancias de hasta 0,935 kg/an/día.

**Conclusiones predio B**

Las ganancias de peso logradas fueron menores a lo esperado, debido a la parasitosis previa de los animales y al extenso período de acostumbramiento.

**Predio C**

La validación se realizó en el lote de cola de las vaquillonas de sobreño (Cuadro 5).

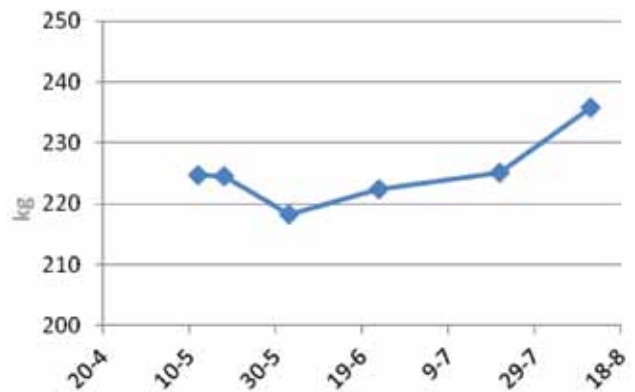
**Cuadro 5** - Resultados obtenidos en el predio C.

Predio C	
<b>Cabezas</b>	<b>100</b>
PV inicial (kg)	225
PV final (kg)	236
Desvío promedio de PV lote animales (kg)	17
<b>GMD (kg/an/día)</b>	<b>0,122</b>
Mortandad (%)	0
Consumo de AA (kg/cab/día)	2,3
Disponibilidad de forraje (kgMS/ha)	1815
Altura de forraje (cm)	6,5
RS (%)	49
SPG (ha)	117
Carga (UG/ha)	0,52

NOTA: PV: peso vivo; Desvío promedio: desvío estándar promedio; GMD: ganancia media diaria en kg por animal por día; SPG: superficie de pastoreo ganadera; RS: restos secos; 1 UG = 380 kgPV

En esta experiencia, el productor decidió aumentar la asignación de suplementación al 1 % PV, argumentando que precisaba alcanzar ganancias superiores a las que reportaba la investigación precedente. El predio contaba con comederos de autoconsumo de compensado de madera, con los que trabajaba usualmente el productor. Al inicio de la experiencia, se constató que el afrechillo de arroz “no corría” fluidamente por los comederos y dificultaba su consumo. Por esta razón, a los 4 días de haberse colocado el afrechillo, aún quedaba parte de este en el comedero, por lo que se decidió cambiar la frecuencia de suplementación de dos veces por semana a una vez por semana.

El proceso de validación fue culminado a principios de agosto. Luego de un período de tres semanas en donde se registraron pérdidas de peso (-0,219 kg/an/día), los animales comenzaron a presentar ganancias de hasta 0,510 kg/an/día (Figura 3). Al observar la evolución del PV se puede ver cómo los animales recién comenzaron a presentar las mayores ganancias al final del período, lo que seguramente influyó en el potencial de ganancia de peso alcanzable.



**Figura 3** - Evolución del PV del lote de validación del predio C.

Por otro lado, se evaluaron paralelamente los otros dos lotes (“cabeza” y “medio”), solamente por los primeros 65 días (18 de mayo a 22 de julio). El lote “cabeza” se mantuvo a campo natural con bajo consumo de “sal proteinada” molida (PC<sup>5</sup> = 40 %), el lote “medio” pastoreó campo natural y fue suplementado con una baja dosis de concentrado proteico (PC = 35 %). Las ganancias presentadas para estos otros dos lotes fueron 0,004 y -0,270 kg/an/día para el lote “medio” y “cabeza” respectivamente. A estos dos lotes se les aplicó un tratamiento nutricional que ya se había utilizado en repetidas ocasiones en el mismo predio, sin que alcanzaran tampoco las ganancias esperadas.

**Conclusiones predio C**

La oferta de forraje se considera baja como para obtener las mejores respuestas a la suplementación, lo que sumado a que el periodo de la misma fue relativamente corto, determinó que los resultados fueran inferiores a lo esperado de acuerdo a los antecedentes de la investigación. De cualquier manera, en términos generales se lograron ganancias de peso positivas en el lote de validación.

Por otro lado, se concluye que es muy probable que el “efecto año” haya sido de gran magnitud, tanto en el lote de validación como en los demás lotes que recibieron un tratamiento nutricional muy conocido por el productor.

<sup>5</sup>PC: contenido de proteína cruda



De todos modos, se refleja la diferencia lograda por la suplementación con AA entre el lote de “cola” y el lote “cabeza”, con otro tipo de suplemento, de aproximadamente 0,400 kg/an/día (+0,122 y -0,270 kg/an/día, respectivamente).

## REFLEXIONES GENERALES

El desafío de trasladar cualquier paquete tecnológico generado por la investigación a condiciones comerciales tiene que contemplar las condiciones productivas del predio y los intereses y objetivos de los productores.

Desde el momento en que los productores determinan sus propias reglas de manejo y estrategias, las propuestas de validación tienen que adaptarse a las condiciones y objetivos existentes.

En este contexto, se resume que en escalas comerciales de producción, utilizando un método de auto-suministro de afrechillo de arroz -con frecuencia de reposición entre 1 y 2 veces por semana, según el caso- se lograron ganancias positivas y moderadas durante los meses invernales, cuando lo esperable sería que los lotes que pastorean campo natural sin reservar sufran pérdidas de peso, llegando a pérdidas de por lo menos un 10 % del peso vivo.



De cualquier manera, se deben contemplar una serie de aspectos para el correcto funcionamiento de la tecnología propuesta:

- Limpieza de campo a fines de verano y posterior reserva de forraje otoñal por un período de 60-90 días, dependiendo de las condiciones climáticas y del tapiz que se trate. El objetivo es una disponibilidad inicial al momento de suplementación de 1800-2200 kg MS/ha, lo que equivale aproximadamente a una altura de forraje de 6-8 cm, una proporción de restos secos menor al 50 % y un manejo de carga animal de 0,80 a 1,00 UG/ha.
- Acostumbramiento previo de los animales, al suplemento primero y luego a la infrecuencia. Comenzar 10 días antes, suministrando cantidades crecientes hasta alcanzar el valor objetivo.
- Control de la sanidad previa y durante el invierno, especialmente en categorías más sensibles. Se recomienda un muestreo inicial de heces para análisis coprológico (parásitos gastrointestinales y saguaypé). No olvidar inmunizar contra mancha y gangrena.
- Material del comedero de metal u otro que permita el fácil descenso del afrechillo (ej. madera forrado con chapa por dentro), con techo para evitar el humedecimiento del afrechillo por lluvia.
- Utilizar niveles de asignación de suplementación de 0,8-1 %PV.
- Trabajar distribuyendo el suplemento dos veces por semana, con intervalos de 3 y 4 días (ejemplo: lunes y jueves).
- Recorrida periódica de los animales, de los comederos de autoconsumo y observación de la bosta para detectar eventuales desórdenes metabólicos (acidosis/diarreas).
- Período de duración de la suplementación hasta el final del invierno.
- Calcular número máximo de animales total por comedero en función del largo del frente de ataque total: 5 cm/cab para terneros y 10 cm/cab para novillos/vaquillonas.
- Colocar comederos en lugares altos y bien drenados.

## AGRADECIMIENTOS

A los productores que le abrieron generosamente sus puertas a INIA, y también a sus colaboradores que, al igual que los productores, se preocuparon por llevar a cabo las tareas asignadas con esmero. A FUCREA y a UFFIP. A G. Ciappesoni por el apoyo a la propuesta. A A. Mederos por sus recomendaciones en materia de sanidad. A R. Gómez por la revisión del artículo.



# PROTECCIÓN DE PASTURAS DURANTE LA IMPLANTACIÓN

BSc. (MSc) Ximena Cibils<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. (PhD) Alejandro García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Entomología, Protección Vegetal  
<sup>2</sup>Malherbología, Protección Vegetal

Una buena implantación es el cimiento para pasturas de alta productividad. Este artículo trata sobre cómo proteger a las pasturas, durante su fase inicial, de enfermedades, plagas y malezas.

Los tres primeros meses pos-siembra son críticos para el establecimiento de pasturas productivas. Todas las prácticas de manejo que contribuyan a una rápida germinación y un vigoroso establecimiento de plántulas contribuyen –también– a minimizar la incidencia de enfermedades, plagas y malezas. Un buen barbecho de la chacra, alta calidad de semilla, siembra en fechas óptimas y a densidades correctas, fertilización apropiada y regulación de la sembradora en función de la cama de siembra, juegan un rol fundamental para potenciar el resultado de cualquier medida de protección vegetal.

## PLAGAS y ENFERMEDADES

De las enfermedades que afectan a las forrajeras durante su implantación se destaca el “Damping off”: un complejo de hongos y oomicetes causantes de muerte de plántulas en pre- y pos-emergencia. Patógenos como *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp. y *Fusarium* spp. son parte de dicho complejo. Pueden ser transportados en la semilla (*Rhizoctonia* y *Fusarium*) ó estar presentes en el suelo (*Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*). El “damping-off” se caracteriza por afectar la implantación en siembras tardías, cuando se dan condiciones de suelos con baja temperatura y alta humedad. El período crítico para la infección comprende de los 20 a 25 días pos-siembra. Luego, las plántulas desarrollan resistencia a la penetración del patógeno (formación de pared celular secundaria).

El uso de semilla certificada, con alto vigor y el establecimiento de pasturas en épocas tempranas son estrategias efectivas para evadir daños por “damping-off”. El curado de la semilla disminuye el riesgo de enfermedad, principalmente en condiciones propicias para su generación (siembras tardías). Ante la presunción de riesgo de “damping-off” conviene aumentar la densidad de siembra.

Los artrópodos que dañan a las forrajeras comprenden muy diversas especies. A diferencia de las enfermedades, durante la etapa de establecimiento de la pastura, los artrópodos suelen ser un problema en condiciones de estrés hídrico y altas temperaturas.

La mera presencia de la especie plaga en la pastura no necesariamente se traduce en pérdidas económicas. Por esto, se debe considerar: (i) la correcta identificación de la especie, (ii) la estimación de su incidencia y su capacidad de daño real y (iii) el entendimiento del estado crítico de desarrollo de la planta en el cual la presencia de la especie particular resulta en daño. Consecuentemente, el monitoreo previo y continuo de la chacra resultan fundamentales para la evaluación precisa de la situación.

Como guía para la identificación de daño, los artrópodos que atacan pasturas durante la fase de implantación, pueden dividirse en:

**Masticadores:** comprende isocas, gorgojos, grillos, bichos bolita y lagartas cortadoras. Galerías, agujeros, bordes comidos y falta de plantas son algunos de los síntomas que evidencian su presencia. Residen en el suelo, y suelen estar presentes previo a la siembra, de ahí la importancia del monitoreo previo a la siembra.

**Raspadores** (ej. pulguilla) y **Pico-suctores** (pulgonés, míridos, trips): Algunos de los síntomas que caracterizan la presencia de raspadores y pico-suctores incluyen manchas, decoloración, marchitez y muerte de plántulas. Habitualmente, estas especies habitan en pasturas de segundo y tercer año, pero colonizan pasturas recién implantadas debido a su alta calidad, causando pérdidas parciales o totales. Por ende, se recomienda el monitoreo semanal de la pastura durante la etapa de implantación.

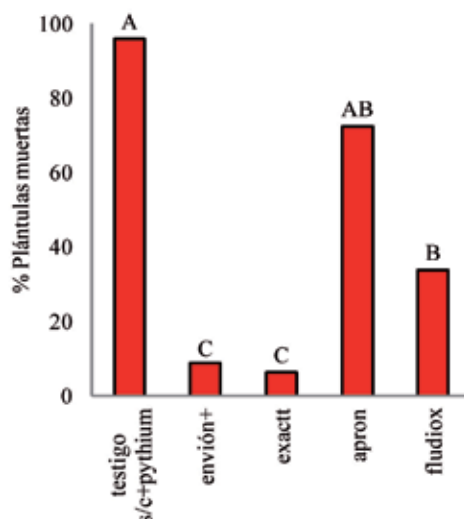
Dentro de un programa de manejo integrado de plagas (MIP) que comprende tanto enfermedades como insectos, el curado de la semilla se presenta como una estrategia de prevención de riesgo durante la etapa de establecimiento de las pasturas. En situaciones de alta densidad de artrópodos, el control químico queda como única alternativa, siendo otra herramienta dentro del MIP.

En el caso de las leguminosas forrajeras, los productos aplicados a la semilla pueden afectar la capacidad de formar nódulos y fijar nitrógeno. Por esto, el proyecto INIA: “Desarrollo de técnicas de manejo para aumentar la implantación y productividad de las pasturas mejoradas” evaluó: a) la eficiencia de control de distintos fungicidas e insecticidas aplicados a la semilla de alfalfa frente a un aislado de *Pythium* spp., y poblaciones del pulgón azul de la alfalfa (*Acyrtosiphon kondoi*) respectivamente, y b) el impacto de los curasemillas (fungicidas e insecticidas) sobre la germinación y vigor de la semilla, viabilidad de los rizobios inoculados y el porcentaje de plantas de alfalfa noduladas en campo.

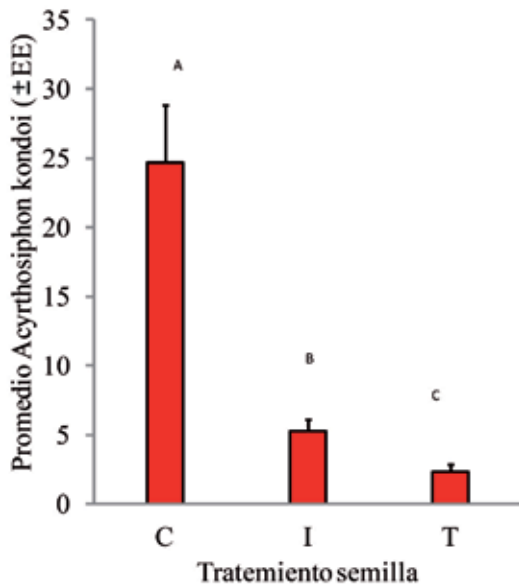
Frente a *Pythium* spp., los productos con mayor dosis de metalaxil presentaron menor porcentaje de muerte de plántulas con respecto al testigo sin curar (Figura 1). Adicionalmente, frente a *Acyrtosiphon kondoi*, los resultados indican que los neonicotíoides tuvieron una eficiencia de control significativa respecto al testigo sin curar, siendo tiametoxam más eficiente que imidacloprid (Figura 2).

En cuanto al impacto en la germinación y en el vigor de la semilla, ni los insecticidas (Biogard 60, Cruiser) ni los fungicidas (Envión+, Exactts FS, Apron Maxx) evaluados tuvieron efecto respecto al testigo sin curar. Adicio-

Nombre comercial	Principios activos (gr i.a./L)	Dosis (cc/100 kg)	Dosis metalaxil (i.a. cc/100 kg)
Testigo sin curar	Sin inóculo	-	-
Testigo sin curar	Con inóculo	-	-
Envion +	Carbendazim 250 g/L + Tiram 100 g/L + Metalaxil 50 g/L	500	25
Exactt FS	Metalaxil 350 g/L	100	35
Apron Max RFC 35 FS	Fludioxinil 25 g/L + Metalaxil-M 10 g/L	300	3
Fludiox forte	Fludioxinil 25 + Metalaxil 100	100	10



**Figura 1** - Curasemillas evaluados para el control de *Pythium* spp. en alfalfa. Porcentaje de plántulas muertas frente a *Pythium* spp. con y sin tratamiento previo de semilla. Ensayo realizado en condiciones de laboratorio, en placas in vitro. Valores seguidos por letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).



**Figura 2** - Curasemillas evaluados para el control del pulgón azul de la alfalfa (*Acyrthosiphon kondoi*). Número de pulgones promedio 10 días luego de infestadas las plantas (tercera hoja verdadera) con y sin tratamiento previo de semilla. Con tratamiento previo de semilla: imidacloprid (I), tiametoxam (T), control sin tratamiento previo de semilla (C). Valores seguidos por letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

nalmente, almacenar hasta 4 meses la semilla curada no afectó su vigor, pero a partir de los 6 meses de almacenamiento ambos insecticidas redujeron el vigor de la semilla. Por lo tanto, resulta conveniente realizar la aplicación de los insecticidas curasemillas con una anterioridad no mayor a 4 meses de la fecha de siembra para semillas de alfalfa.

En contraste, contactos curasemilla-rizobio de solo 2 días son suficientes para reducir la carga de rizobios viables. En un ensayo, semillas tratadas con tiametoxam sostuvieron una carga de rizobios vivos aceptable aún luego de tiempos de contacto curasemilla-rizobio de 7 días, mientras que en semillas tratadas con Imidacloprid no se recuperaron rizobios viables.

A campo, un ensayo en alfalfa reportó menor porcentaje de plantas noduladas en contraste al testigo inoculado y no curado (100 % de plantas noduladas), semilla tratada con Metalaxil-M(10)+Fludioxinil(25) previo a la siembra. Las semillas curadas con Tiametoxam, en cambio, presentaron los mayores porcentajes de plantas noduladas (aproximadamente 80 %). Estos resultados preliminares no deberían ser extrapolados a otras plagas y/o enfermedades, ni a todas las formulaciones disponibles en el mercado (los inertes de un producto formulado pueden tener un impacto tanto en la sobrevivencia de los rizobios como en la efectividad de control).

## MALEZAS

Los altos niveles de infestación de malezas normales de las chacras de Uruguay reducen la productividad de pasturas, tanto a través de la pérdida de plantas como por debilitamiento de las mismas, lo que retrasa el desarrollo y compromete la longevidad de la pastura. Además, las malezas disminuyen la calidad del forraje debido a que generalmente son de menor valor nutritivo, menos palatables y, en algunos casos, tóxicas para el ganado.

Habiendo optimizado otros factores, el uso de herbicidas es un componente importante en el manejo de malezas. Su uso depende, en cada caso, de las especies o mezclas de especies sembradas. Como regla general, es más fácil controlar malezas en pasturas gramíneas que en pasturas que incluyen leguminosas. Por lo cual, si una chacra posee una alta infestación de especies perennes de hoja ancha (ej. margarita de píría, quiebra arados) conviene evitar sembrar leguminosas y bajar la carga de malezas controlándolas en otros cultivos de la rotación.

El periodo crítico de competencia en una pastura es el intervalo de tiempo en el que se debe evitar la competencia de malezas para que no existan pérdidas de rendimiento. Aunque la información local es limitada, este período se estima entre 40 y 100 días después de la emergencia (siembras tempranas y tardías, respectivamente). Por lo tanto, el uso de herbicidas es estratégico en los primeros tres a cuatro meses de implantada la pastura. La baja tolerancia de las leguminosas forraje-



ras (alfalfa, trébol rojo, trébol blanco y lotus corniculatus) a herbicidas en etapas tempranas de su desarrollo define dos momentos posibles de intervención con herbicidas: previo a la siembra y luego de que las leguminosas tengan 3 o 4 hojas verdaderas (5 hojas en el caso de lotus).

Como el nivel de infestación de malezas es variable, dependiendo de la chacra y del año, el uso de herbicidas debe planificarse para cada chacra en función de su historial y –esencialmente– del monitoreo de la misma. La última aplicación de herbicidas previa a la siembra de leguminosas forrajeras es fundamental para evitar la presencia de malezas que, aunque de poco desarrollo, corran con ventaja con respecto a las especies sembradas. Esta aplicación cercana a la siembra –el “reseteo de la chacra”– puede incluir un herbicida total de amplio espectro (ej. glifosato) y un pre-emergente con persistencia en el suelo (ej. flumetsulam).

Mezclas de herbicidas (incluidas mezclas de tanque) son recomendadas para ampliar el espectro de acción

sobre las especies de malezas presentes y para prevenir o mitigar problemas de resistencia a malezas. Específicamente, INIA viene evaluando la susceptibilidad de las leguminosas forrajeras más comunes a mezclas de herbicidas, con el objetivo de disminuir la presión de selección del grupo de herbicidas inhibidores de la ALS, dentro del cual se encuentra el flumetsulam, el principal herbicida para el control de malezas en pasturas con leguminosas.

Los Cuadros 1, 2 y 3 resumen las opciones que tuvieron el mejor resultado en el control de malezas con un nivel aceptable de fitotoxicidad sobre las leguminosas evaluadas (alfalfa Estanduela Chaná, trébol rojo Estanduela 116, trébol blanco Estanduela Zapicán, lotus corniculatus INIA Rigel). La dosis a utilizar depende del nivel de infestación (especies presentes, densidad y estado de desarrollo) y las características del suelo. Las dosis mínimas de herbicidas se recomiendan para suelos livianos y/o con bajo porcentaje de materia orgánica (menor a 2,5 %). Las dosis mayores están indicadas para situaciones de alta infestación en suelos pesados con más de 3 % de materia orgánica.

**Cuadro 1** - Herbicidas y mezclas evaluadas para el control de malezas en alfalfa y trébol blanco.

Herbicidas (productos comerciales)	L PC/ha *		
Preside (Pre)	0,5 – 0,7 <sup>1</sup>		
Preside (Pre) // Venceweed Extra + Boydal FE (Post)	0,4 - 0,5	1 - 1,5	0,07 – 0,1
Preside + Venceweed Extra + Boydal FE	0,3 - 0,4	1 - 1,25	0,07 – 0,1
Preside + Venceweed Extra + Cimbra	0,3 - 0,4	1 - 1,25	0,8 - 1

<sup>1</sup>La dosis mayor solo en alfalfa

**Cuadro 2** - Herbicidas y mezclas evaluadas para el control de malezas en trébol rojo.

Herbicidas (productos comerciales)	L PC/ha		
Preside (Pre)	0,5 – 0,6		
Preside (Pre) // PROMCPA 40 <sup>2</sup> + Boydal FE (Post)	0,4 – 0,5	0,7 - 1	0,07 - 0,1
Preside (Pre) // PROMCPA 40 <sup>2</sup> + Cimbra (Post)	0,4 – 0,5	0,7 - 1	0,8 - 1
Preside + PROMCPA 40 <sup>2</sup>	0,3 - 0,4	0,7 - 1	
Preside + PROMCPA 40 <sup>2</sup> + Boydal FE	0,3 - 0,4	0,5 – 0,8	0,07 - 0,1
Preside + PROMCPA 40 <sup>2</sup> + Cimbra	0,3 - 0,4	0,5 – 0,8	0,8 - 1

<sup>2</sup>Puede ser sustituido por 2,4-DB

**Cuadro 3** - Herbicidas y mezclas evaluadas para el control de malezas en lotus corniculatus.

Herbicidas (productos comerciales)	L PC/ha			
Preside (Pre)	0,5 – 0,6			
Preside (Pre) // Venceweed Extra + Boydal FE (Post)	0,4 - 0,5	1 - 1,5	0,07 – 0,1	
Preside (Pre) // Venceweed Extra + Cimbra (Post)	0,4 - 0,5	1 - 1,5	0,8 - 1	
Preside (Pre) // Lontrel + Clerb 75 + Boydal FE (Post)	0,4 - 0,5	0,08	10	0,07
Preside + Lontrel + Boydal FE	0,3 – 0,4	0,08	0,075	
Preside + Lontrel + Clerb 75	0,3	0,08	10	

\*L PC/ha: litros de producto comercial/hectárea. i.a: Preside= Flumetsulam 120 g/L; Boydal FE= Diflufenican 500 g/L; Cimbra =Bromoxinil 238 g/L; Lontrel= Clopyralid 360 g/L; Clerb 75= Clorsulfuron 75%

### CONSIDERACIONES FINALES

- Los requisitos que potencian cualquier estrategia de control de malezas y plagas son: el uso de semilla de calidad, adecuada época y densidad de siembra, correcta estrategia de fertilización, y el uso de maquinaria adecuada y regulada en función de la cama de siembra, que asegure control de la profundidad de siembra y buen contacto semilla/suelo.
- El monitoreo de las chacras, previo y durante la implantación, así como el asesoramiento técnico, son fundamentales para lograr controles exitosos de malezas y plagas.
- Chacras con muy alto enmalezamiento y/o presencia de plagas de difícil control químico requie-

ren estrategias de control asociadas a la rotación de cultivos.

- El curasemilla se presenta como una estrategia de prevención de riesgo, siendo una herramienta valiosa dentro del manejo integrado de enfermedades e insectos. El potencial impacto negativo de esta opción sobre la fijación biológica de nitrógeno debe ser previsto y considerado.
- Los dos momentos claves para la intervención con herbicidas a la implantación son a la siembra y cuando las leguminosas alcanzan las tres hojas.
- Se recomienda utilizar mezclas de herbicidas a dosis completas para enlentecer o mitigar problemas de resistencia y ampliar el espectro de control.

### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K. 2010. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo (Uruguay). INIA Serie Técnica; 183.

Alzugaray, R. 1991. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. Montevideo (Uruguay). INIA Boletín de divulgación; 10.

Formoso, D.; Fernandez Abella, D.; Boggiano, P.; Aquino, C.; Conde, A. 2013. Efecto de la intensidad de cosecha en la producción y estabilidad de pasturas sembradas. Montevideo (Uruguay). INIA Serie Técnica; 208.

Formoso, F. 2009. Aspectos a considerar para mejorar la producción y utilización de forraje durante otoño e invierno. Revista INIA, no. 17, p. 41-47.

Formoso, F. 2007. Avances en la siembra directa de pasturas. Montevideo (Uruguay). INIA Serie Técnica ; 161

García, J.; Rebuffo, M.; Formoso, F; Astor, D. 1991. Producción de semillas forrajeras : tecnologías en uso. Montevideo (Uruguay). INIA Serie técnica; 2.

Montoya, J. C., Rodriguez, N. M. 2013. Malezas en Pasturas Perennes en base a alfalfa. Alternativas de manejo. Pages 22 Un día para la Alfalfa. INTA - Argentina: INTA.

Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. 2000. Tecnología en Alfalfa. Montevideo (Uruguay). INIA Boletín de Divulgación; 69.

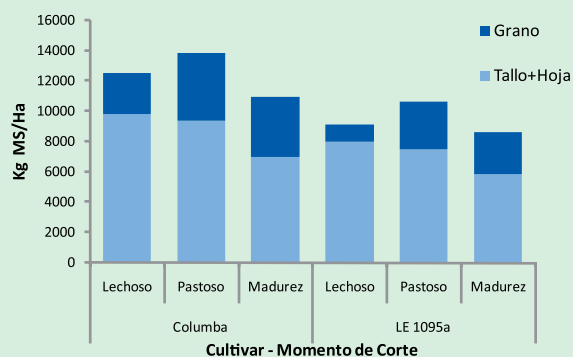
Risso, D.; Berretta, E.J.; Morón, A. 1995. Producción y manejo de pasturas. Montevideo (Uruguay). INIA Serie Técnica; 80.

Zerbino, M.S.; Ribeiro, A. 2000. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo (Uruguay). INIA Serie Técnica ; 112.



### FE DE ERRATAS

En el artículo sobre Avena forrajera INIA Columba de la revista N° 47 del pasado mes de diciembre, en la página 17 Figura 3 b “Caracterización de la MS acumulada en primavera para Columba y Estanzuela 1095 a”, por error aparecieron valores de producción de los cultivares incorrectos. Los datos reales de producción son los que aparecen en esta figura.





# HOLCUS LANATUS 'INIA VIRTUS'

Ing. Agr. Florencia Maranges<sup>1</sup>; Ing. Agr. (MSc) Carlos Rossi<sup>1</sup>;  
In. Agr. (Dr) Fernando Lattanzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Semillas

<sup>2</sup>Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

- Gramínea bianual, invernal
- Hábito vegetativo semi-postrado
- Planta foliosa, de buena calidad
- Gran versatilidad y rusticidad
- Se asocia bien con leguminosas
- Alta producción de semilla y capacidad de resiembra
- Mejor sanidad que *Holcus lanatus* 'La Magnolia'
- Alta producción invierno-primaveral
- Buena alternativa para mejoramientos de campo

## ANTECEDENTES

En 1973 el Programa de Pasturas introdujo *Holcus lanatus* en los ensayos de evaluación de producción de forraje en Tacuarembó. El material introducido provenía del suroeste de Río Grande del Sur, Brasil, y en esos ensayos fue el de mejor comportamiento entre las gramíneas evaluadas, demostrando su alto potencial de producción en otoño-invierno y su gran capacidad de resiembra natural.

Dicho material fue mantenido y cosechado en la Unidad Experimental 'La Magnolia', y fue evaluado junto a sucesivas introducciones realizadas en la década del 80 superándolas ampliamente tanto en producción de forraje como en semilla. A partir de 1982, se incluye *Holcus* 'La Magnolia', puro y en mezclas con leguminosas, en ensayos de producción, densidad de siembra, manejo de defoliaciones bajo corte y en pastoreo (Behmaja, 1993).

El mejoramiento de la especie continuó en La Estanzuela, obteniendo el cultivar 'INIA Virtus' como producto de cuatro ciclos de selección sobre el cultivar 'La Magnolia'. Los principales objetivos de selección fueron sanidad foliar, ciclo más largo, mayor producción invernal y persistencia.

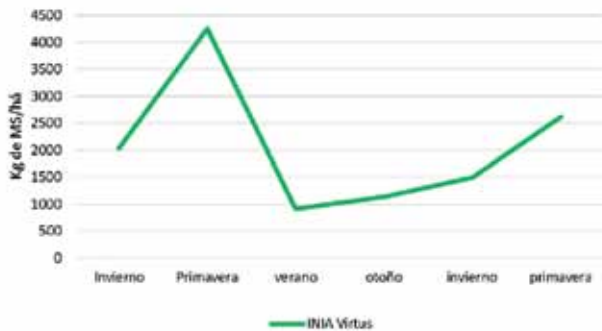


## CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR

*Holcus lanatus* 'INIA Virtus' es una gramínea invernala perenne de vida corta que en Uruguay se comporta principalmente como bianual, persistiendo más años en base a su alta capacidad de resiembra. Debido a sus bajos requerimientos de fertilidad se adapta a un amplio rango de suelos, prosperando bien en situaciones de mal drenaje, zonas húmedas y suelos ácidos.

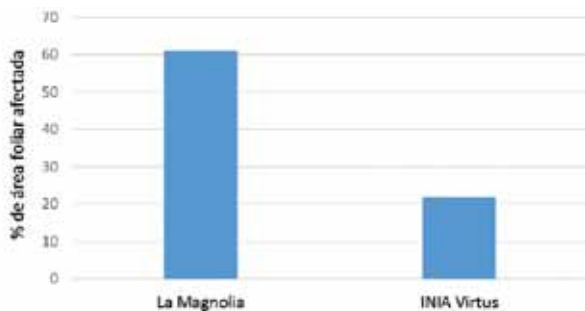
Comparado con el cultivar 'La Magnolia', 'INIA Virtus' posee un ciclo más largo (florece doce días más tarde), tiene un hábito más postrado y presenta hojas más finas y de color verde más claro.

Por su hábito más postrado, sus rendimientos cosechables son algo inferiores a los de 'La Magnolia' en el primer año de vida. La producción de 'INIA Virtus' supera levemente a la de 'La Magnolia' en el otoño-invierno del segundo año.



**Figura 1** - Producción estacional de INIA Virtus  
Fuente: PMG Pasturas y Evaluación Nacional de Cultivares (promedio 24 ensayos)

En relación a la sanidad foliar, 'INIA Virtus' se destaca netamente de 'La Magnolia' lo que le confiere mayor persistencia, mejor palatabilidad y favorece la producción de semilla.



**Figura 2** - Comportamiento sanitario de INIA Virtus y La Magnolia. Susceptibilidad a roya y manchas foliares.  
Fuente: Jaime García, INIA, promedio 2003-2007.

Posee un sistema radicular agresivo, altamente competitivo, que le permite a la planta extraer nutrientes sobre todo en aquellos suelos más pobres, lo cual explica, en parte, el buen comportamiento de la especie en situaciones más críticas.

En suelos arenosos produce más que raigrás, entregando forraje principalmente en invierno-primavera.

En invierno tiene alta digestibilidad alcanzando valores de 80 % la cual comienza a disminuir a fin de setiembre. La palatabilidad de las plantas encañadas, e incluso panojadas, sigue siendo buena para el ganado. Su ciclo largo (floración próxima al 28 de octubre) y su excelente sanidad le permiten mantener por más tiempo mejores niveles de calidad de forraje que 'La Magnolia'.

## IMPLANTACIÓN Y MANEJO

El material se adapta a un amplio rango de suelos: livianos, pesados, mal drenados, zonas húmedas y suelos ácidos.

En cuanto a la fecha de siembra, se recomienda sembrarlo en otoño temprano, a partir de mediados de marzo, utilizando densidades de 3-4 kg/ha en mezclas con leguminosas y 4-6 kg/ha en cultivo puro. Es de fácil implantación, al voleo o en líneas, si la siembra es superficial. Se asocia muy bien con leguminosas como trébol rojo, trébol blanco y lotus.

Para mejorar su performance se recomienda realizar un manejo con pastoreos rotativos, con defoliaciones no muy intensas. Por otra parte, si se hacen alivios excesivos se puede tornar agresivo perjudicando a las leguminosas de la mezcla. Es relativamente sensible al estrés hídrico, por lo que es recomendable contar con área foliar remanente, especialmente durante el periodo estival.



Mejoramiento de campo natural. Montevideo Chico, Tacuarembó

*Holcus lanatus* se muestra como una especie tolerante a la baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, en contraposición a lo que sucede con raigrás, el cual se ve afectado por la deficiencia de ese nutriente. De igual manera, responde positivamente tanto al agregado de nitrógeno como de fósforo.

## USO RECOMENDADO

Es una gramínea ideal para ser usada en suelos de menor potencial y fertilidad así como en situaciones de mal drenaje. Presenta muy buen comportamiento en suelos arenosos y suelos cristalinos, lo cual permite superar la limitante de producción de los mismos en las estaciones más críticas.

Resulta muy indicado para utilizar en praderas cortas con leguminosas y también como gramínea para incluir en mejoramientos de campo natural, lo cual aumenta considerablemente la producción de forraje en el invierno. Es una alternativa a muchos de los usos actuales del raigrás, como por ejemplo verdeos de bajo potencial, promociones y mejoramientos de campo.

**Estatus varietal:** cultivar protegido

**Licenciatario para Uruguay y Argentina:**

GENTOS URUGUAY

**Licenciatario para Brasil y Paraguay:**

FADISOL SEMILLAS

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. (MSc) Jaime García e Ing. Agr. Félix Gutiérrez por la colecta de los datos y procesamiento estadístico. Al Ing. Agr. (PhD) Juan Carlos Suárez por el diseño de la Base de Datos "Forrajeras INIA". A los Per. Agrop. Eduardo Calistro y José Rey, e Ing. Agr. (MPhil) Mónica Rebuffo por el procesamiento en "Forrajeras INIA". A los Sres Digno Mirabal, Omar Barolín, Miguel Guerrero, José Rivoir, Fredy González, Carlos Mendiberry, Juan Martel, por la información de los experimentos de campo.

## LECTURAS CONSULTADAS

Ayala, W. Bermúdez, R. Ferrés, S. Evaluación de diferentes gramíneas para mejoramientos de campo sobre suelos de sierra Treinta y Tres (Uruguay): INIA, 2003. p. 4-10 (INIA Serie Actividades de Difusión; 324)

Ayala, W.; Carámbula, M. Respuesta a la fertilización nitrogenada de tres gramíneas sembradas en cobertura In: MORON, A.; RISSO, D. (Coords.). Nitrógeno en pasturas Seminario de Actualización Técnica INIA La Estanzuela, 13 octubre de 1994. Montevideo (Uruguay): INIA, 1994. p. 43-48 (INIA Serie Técnica; 51)

Bemhaja, M. *Holcus lanatus* L. La Magnolia. Montevideo (Uruguay): INIA, 1993. 15 p. (INIA Serie Técnica; 32)

Montossi, F. San Julián, R. Risso, D. Berretta, E. Mederos, A. Rodríguez Motta, J.P. Zamit, W. Engorde invernal de borregos sobre verdeos de avena, raigrás y *holcus* Tacuarembó (Uruguay): INIA, 1996. cap. 7, p. 1-6 (INIA Serie Actividades de Difusión ; 108)

## LOS PRODUCTORES OPINAN

"Usamos INIA Virtus con trébol rojo como una opción más dentro del esquema de rotaciones con agricultura. Nos ha dado mucha comida en el invierno. Tuvimos la experiencia de enfardar obteniendo muy buenos resultados"

*M. Rowland, Establecimiento 'El Tabaré'.*

*José Pedro Varela, Lavalleja.*

"Sembramos 120 hectáreas de INIA Virtus en abril de 2016, consociadas con trébol rojo. Fue un otoño complicado para la implantación de la pastura debido al exceso hídrico, de igual manera logró cubrir bien el suelo. Consideramos que pierde menos calidad que otras gramíneas al momento de la floración"

*I. Crosa, Establecimiento 'El Tarumán'.*

*Sarandí del Yí, Durazno.*

"Elegimos INIA Virtus para renovar mejoramientos de campo natural con lotus Rincón y trébol blanco. Lo sembramos en línea sin matar el tapiz. Si bien la implantación a veces es lenta, luego la pastura logra producir mucho forraje. Tiene excelente calidad"

*L. Xalambri, Establecimiento 'Mate Chico'.*

*Montevideo Chico, Tacuarembó.*

"Es una especie con una gran potencial y con una zona de uso mayor a la que actualmente se le conoce. Se lo asocia únicamente con suelos arenosos y si bien en esta condición se destaca, una vez que lo sacamos a otros ambientes la performance de INIA Virtus es excelente.

En rotaciones cortas, donde la cebadilla no entra por condiciones de humedad o menor fertilidad, este material hace un gran aporte. Con *Holcus* se logra reducir el bache productivo que nos genera el raigrás por ser una especie anual y por tanto se extiende la primavera del primer año y adelantamos la producción al inicio del segundo otoño. Su bianualidad, pero también su habilidad para la resiembra, hacen a INIA Virtus una muy buena opción para lograr persistencias de 2 a 3 años en pasturas sobre suelos de no tan alto potencial"

*D. Andregnette. GENTOS Uruguay*

Los interesados en obtener mayor información acerca de INIA Virtus podrán contactarse por mail a la dirección [cultivares@inia.org.uy](mailto:cultivares@inia.org.uy) o al teléfono +598 4574 8000 int 1508



# ASPECTOS BIOLÓGICOS Y DAÑO DE LA PULGUILLA DE LA ALFALFA (*SMINTHURUS VIRIDIS*) EN URUGUAY

BSc. (MSc) Ximena Cibils, Ing. Agr. (Dra) Stella Zerbino

Protección Vegetal, Entomología, INIA La Estanzuela

- La pulguilla de la alfalfa provoca daño en otoño y primavera, principalmente en leguminosas forrajeras.
- Se identifica por su forma globosa (1,5-2 mm) y por saltar al ser perturbada
- El daño es fácil de reconocer ya que las hojas quedan transparentes (rae la epidermis).
- El manejo se basa inicialmente en pastorear o cortar la pastura dañada, y revisar luego de 7 días. Los insecticidas solo se utilizan en casos de daño severo y persistente.

## RELEVANCIA

La pulguilla de la alfalfa (*Sminthurus viridis*) es un cólombolo que tiene una distribución cosmopolita. Está reportado en Europa, América del Norte, Asia, Australia, Nueva Zelanda, África y América del Sur.

Este insecto es un habitante frecuente de nuestras pasturas, aunque su daño es esporádico, dado que sólo sucede cuando las poblaciones aumentan temprano en el otoño; situación que se registró en el pasado año en algunas chacras (Cibils, 2016). En Nueva Zelanda se determinó que este insecto completa 5 generaciones anuales y que densidades poblacionales altas pueden



**Figura 1** - *Sminthurus viridis* (Fuente: Ximena Cibils).

causar una disminución en la producción de forraje, que varía entre 10 y 15 % (Agpest). En nuestro país, dado que es una plaga esporádica, no se han cuantificado las pérdidas que puede causar.

Su frecuencia y abundancia es altamente dependiente de la humedad y temperatura de la estación.

### BIOLOGÍA

Es un insecto de tamaño pequeño (1,5-2 mm), sin alas, con abdomen globoso (cuerpo redondeado) de color verde-amarillento o claro (Figura 1). Posee aparato bucal masticador. Realiza desplazamientos cortos a través de saltos, para ello tienen en la parte inferior del abdomen una estructura especializada denominada furca. El salto es lo que permite reconocer este insecto en el campo y diferenciarlo de los pulgones (insecto de similar tamaño) que permanecen inmóviles cuando son perturbados (Alzugaray, 2000).

La duración del ciclo de vida varía de 51 a 74 días a temperaturas de 13 y 17 °C, respectivamente (Cisternas *et al.* 1990, citando a Maglagan 1932).

El tiempo de incubación de los huevos en temperaturas entre 14 y 16 °C y 100 % de humedad es de 19 días. Este proceso se inhibe con temperaturas debajo de 7 °C. Adicionalmente los huevos permanecen en diapausa estival, inducida en las hembras por el consumo de alimentos sobremaduros.

En nuestro país, el incremento de la densidad poblacional se produce en otoño y primavera. En otoño, en condiciones de temperatura y humedad adecuadas se registra la eclosión de los huevos y las ninfas comienzan a colonizar las pasturas. Otros factores predisponentes al incremento de poblaciones de la pulguilla son:

situaciones con mayor porcentaje de plantas de hoja ancha, como el trébol (alta preferencia) y suelos con alto contenido de limo y arcilla los cuales son preferidos para la ovoposición. Períodos de déficit hídrico durante los meses de invierno causan alta mortalidad. En el verano, la especie se encuentra en estado de dormancia.

### DAÑO

Al poseer aparato bucal masticador las pulguillas raen la epidermis superior de la hoja alimentándose del parénquima, dejando sólo la epidermis inferior, por lo que la hoja resulta transparente (Figuras 2 y 3).

Las manchas transparentes que resultan del daño terminan convirtiéndose en agujeritos pequeños en las hojas debido al efecto del viento. En ataques severos solo quedan las nervaduras de las hojas.

Los daños económicos se producen en otoño y primavera, cuando las pasturas se encuentran recién implantadas o luego de los cortes cuando colonizan los rebrotes.

### ASPECTOS DE MANEJO

Para prevenir daños por pulguilla durante la implantación es recomendable seguir una estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP) que integre tácticas culturales y sustentables que complementen el control químico.



**Figura 2** - *Sminthurus viridis* adulto sobre hoja de alfalfa con sintomatología característica: epidermis superior roída, apariencia trasparente de la hoja debido a la presencia única del epidermis inferior (Fuente: Ximena Cibils).



**Figura 3** - Daño característico de *Sminthurus viridis* (Fuente: Ximena Cibils).

Durante la primavera cuando hay crecimiento poblacional, se recomienda recorrer la chacra visualizando presencia y daño. En Australia se habla de umbral numérico aproximado de alrededor de 1300 pulguitas de alfalfa por m<sup>2</sup>, pero considerando el pequeño tamaño de este insecto y su movilidad, dicho umbral es poco práctico.

**Manejo cultural.** Luego de recorrer la pastura, si el daño es importante ó se visualiza la presencia del insecto en altas densidades, se recomienda el pastoreo o corte de la pastura. Una semana después se debe volver a monitorear a efectos de determinar si los rebrotes tienen daño. Un período de barbecho prolongado es ideal para evitar la colonización de adultos en la implantación.

**Manejo químico.** En años con alta incidencia, se recomienda tratar con insecticidas durante la primera etapa de aumento de la población luego del verano (abril-mayo).

Luego de la aplicación, y respetando el tiempo de espera establecido en la etiqueta del insecticida aplicado, es conveniente pastorear con altas dotaciones de ganado a efectos de remover los restos afectados.

Para definir el insecticida apropiado, consulte a su Agrónomo asesor o a la Sección Entomología de INIA La Estanzuela.

## CONSIDERACIONES FINALES

Antes de recurrir al control químico se debe realizar la correcta identificación del daño y del agente causal del mismo, pues no todos los insectos que habitan nuestras pasturas causan daños. La pastura debe ser monitoreada periódicamente.

El objetivo de un programa de manejo integrado (MIP) es reducir el daño causado por una plaga a niveles tolerables, para sostener el equilibrio del ecosistema se debe permitir ciertos niveles de daño.

Se recomienda consultar a su técnico de campo antes de considerar un manejo químico y considerar estrategias de control cultural. El uso indiscriminado de insecticidas tiene consecuencias directas en el sistema ecológico del pastizal.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Alzugaray, R. 2000. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos en pasturas. Boletín de divulgación N°10, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Bishop, A.L. 1991. Lucerne flea, *Sminthurusviridis* (L.) in the Hunter Valley, NSW. Proceedings of a National Workshop on Redlegged Earth Mite, Lucerne Flea and Blue Oat Mite (ed. J Ridsdill-Smith), pp. 141–147. Department of Agriculture, Western Australia, South Perth, Australia.

Cisternas, E., Aguilera, A., y Gerding, M. 1990. La pulgasaltona de la alfalfa, *Sminthurusviridis* (L.) (Collembola: *Sminthuridae*), fitófagodetectado en

Chile. Agric. Técnica (Chile) 50(4):397-399.

Dentener, P.R. 1985. The ecology of the lucerne flea *Sminthurus viridis*, in the South Auckland/ Waikato area. PhD thesis, University of Waikato. 289 pp

Dentener, P.R. (1985) - The ecology of the lucerne flea, *Sminthurus viridis*, in the South Auckland/Waikato area. Ph. D. thesis, University of Waikato, 289 pp.

Pottinger, R.P. 1983. Recent developments with pasture pests. Proceedings of the 35th Ruakura Farmers' Conference: 99-105.

Richards, O., y Davies, R.. 1984. Tratado de entomología IMMS. Clasificación y Biología. Vol. II. Edic. Omega (Barcelona, España), 998p.

Wallace, M.M.H. 1967. The ecology of *Sminthurus viridis* (L.) (Collembola). I. Processes influencing numbers in pastures in Western Australia. Australian Journal of Zoology 15: 1173-1206.

Wallace, M.M.H. 1968. The ecology of *Sminthurusviridis* (L.) (Collembola). II. Diapause in the aestivating egg. Australian Journal of Zoology 16: 871 - 883.

Wilson, D.J., y P.J. Gerard. 2014. Investigating foliar fertilizer effects on the incidence of clover flea (*Sminthurus viridis*) damage in white clover. New Zealand Plant Protection 67: 245-249.



# SOJA: ADAPTACIÓN DE CICLOS DE MADUREZ A DIFERENTES ÉPOCAS DE SIEMBRA BAJO CONDICIONES DE RIEGO

Ing. Agr. Alberto Fassio  
Ing. Agr. (Mag.) Osvaldo Pérez  
Tec. Agr. Wilfredo Ibáñez\*  
Ing. Agr. (MSc.) Sergio Ceretta  
Carlos Rabaza  
Glenda Vergara

Programa Nacional de Cultivos de Secano  
\* Consultor en Bioestadística

## ANTECEDENTES

El manejo de cultivos comprende a aquellas modificaciones que el hombre realiza en un ambiente determinado procurando alcanzar el rendimiento potencial. En este sentido, la siembra de los cultivos en su correcto rango de fechas de siembra, para una región dada, es el factor de manejo más importante después del riego.

En el caso del cultivo de soja en Uruguay, es de suma importancia conocer los grupos de madurez (GM) que mejor se adaptan al rango posible de fechas de siembra. Esto es importante porque no siempre los cultivos se pueden sembrar en su rango de fechas óptimo. Casos típicos ocurren, por ejemplo, cuando por falta o exceso de humedad en el suelo las siembras se poster-

gan o porque parte del área se siembra después de un cultivo de invierno.

Para un ambiente dado, el rango óptimo de fechas de siembra se define según:

- Temperatura del suelo y del aire
- Longitud del día o fotoperiodo
- Disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo, sobre todo durante el período crítico.

De los tres aspectos mencionados, para las condiciones de la región, el agua de lluvia es el principal factor determinante del rendimiento en grano. Esto es debido a que los suelos agrícolas tienen una capacidad de almacenaje de agua inferior a la que el cultivo de soja

consume durante su ciclo (Sawchik y Ceretta, 2005). Por lo tanto, el éxito del cultivo depende en gran medida de la cantidad y oportunidad de las precipitaciones que ocurren durante su ciclo, siendo este un fenómeno de escasa predictibilidad. De este modo, el riego suplementario es el factor de manejo que más incide en el incremento de rendimiento del cultivo de soja (Fassio *et al.*, 2016).

De un estudio de caracterización agroclimático de Uruguay utilizando un modelo de balance hídrico (Castaño *et al.*, 2011), se desprende que el agua disponible en los suelos presenta una gran variabilidad interanual principalmente debido a la variación en la ocurrencia y volumen de las precipitaciones. Considerando que los mismos autores señalan que la variabilidad es mayor durante el verano, el riego es un factor de manejo fundamental a tener en cuenta para maximizar y estabilizar la producción de los cultivos estivales.

Las bajas temperaturas definen los límites de la estación o “ventana” de crecimiento, periodo en que se debe hacer coincidir todo el ciclo del cultivo. Es durante el mismo que ocurren las condiciones óptimas de crecimiento para una región dada, principalmente temperatura y fotoperiodo. En el caso de la temperatura, para lograr el número máximo de flores por planta, el rango óptimo oscila entre 22 y 26 °C durante el día y entre 18 y 22 °C durante la noche (Thomas y Raper, 1983). Tomando como referencia a la línea del Ecuador (latitud 0°), el fotoperiodo se alarga durante el verano y se acorta durante el invierno cuanto más nos alejamos hacia los polos.

La soja se define como una especie de día corto con respuesta cuantitativa al largo de los días (Cregan y Hartwig, 1984). Cada cultivar tiene un fotoperiodo crítico por debajo del cual el lapso entre la emergencia y la floración no disminuye en la mayoría del germoplasma. Por el contrario, fotoperiodos por encima del crítico demoran significativamente el periodo emergencia-floración. No obstante, los distintos genotipos de soja exhiben un rango muy amplio de sensibilidad al fotoperiodo: genotipos insensibles; genotipos adaptados a latitudes altas que florecen con fotoperiodos muy largos y genotipos adaptados a latitudes bajas, que florecen con fotoperiodos más cortos (Inouye *et al.*, 1979). Entre estas respuestas foto-periódicas diferentes existen situaciones intermedias que a su vez interactúan con la temperatura, lo que permite agrupar a los genotipos en diferentes GM según su comportamiento foto-térmico.

La clasificación de GM fue originada en los EE.UU., la cual divide a los cultivares en los siguientes grupos: 000, 00, 0, I, II y sucesivamente hasta el grupo X. El grupo 000 es tolerante a las bajas temperaturas y prácticamente indiferente al fotoperiodo, se lo siembra en latitudes altas como las de Canadá y el norte de China (latitud 45°). En el otro extremo, los grupos más altos se siembran en latitudes próximas al Ecuador porque requieren de días más cortos para inducir la floración.

Cada GM está adaptado a una franja de latitudes, si un cultivar de un determinado GM se siembra en una latitud más alta que la de su rango de adaptación óptimo, su largo de ciclo será mayor porque el fotoperiodo será también mayor. Por el contrario, sembrar ese mismo cultivar en latitudes más bajas lo expondrá a fotoperiodos más cortos que darán como resultado plantas de menor tamaño, sobre todo en aquellos cultivares de crecimiento indeterminado (Inouye *et al.*, 1979; Bodrero *et al.*, 1997). En los cultivares indeterminados, la altura y el número de nudos se reducen cuando se atrasa la fecha de siembra; no obstante, debido también a la evolución del fotoperiodo, lo mismo sucede cuando la fecha de siembra se adelanta demasiado.

A los diferentes cultivares de soja se los clasifica según el tipo de crecimiento en variedades determinadas, semi-determinadas e indeterminadas (Bernard, 1972). Los cultivares de crecimiento determinado detienen la formación de nudos en el tallo principal, por lo que su crecimiento en altura cesa poco tiempo después de iniciada la floración. Los cultivares de crecimiento indeterminado, en cambio, luego de la floración tienen una mayor superposición entre los crecimientos vegetativo y reproductivo, lo que determina que la planta siga creciendo en altura. No obstante, luego de la floración, las variedades determinadas y en menor medida las variedades semi-determinadas, también siguen creciendo vegetativamente, pero no en el tallo principal sino en las ramas. Este tipo de crecimiento, que comúnmente se denomina ramificación, es la razón de que a igual GM los cultivares indeterminados sean generalmente más altos que los cultivares determinados.



Los genotipos mejor adaptados al rango de latitudes y fechas de siembra de Uruguay, son los pertenecientes a los GM IV, V, VI y VII. Todos los cultivares dentro de esos GM pueden agruparse en tres ciclos: corto ( $GM < 5,4$ ), medio ( $5,4 \leq GM \leq 6,2$ ), y largo ( $GM > 6,2$ ).

Un error en la elección del ciclo del cultivar para una región y fecha de siembra dada, puede determinar pérdidas de rendimiento significativas. Cuando se siembran cultivares de ciclo más corto que lo recomendado, reducen su crecimiento y por lo tanto también su rendimiento. Por el contrario, si se siembran cultivares de ciclo más largo que lo recomendado se retrasa demasiado el inicio del período reproductivo, lo que conlleva a una reducción de la tasa de llenado de grano debido a menores temperaturas y a una menor intercepción de radiación por unidad de tiempo y espacio. El atraso de la madurez fisiológica y de cosecha aumenta la probabilidad de que el rendimiento sea afectado, en la mayoría de los casos por humedad ambiente, heladas y condiciones de piso.

Un error en la elección del ciclo del cultivar para una región y fecha de siembra dada, puede determinar pérdidas de rendimiento significativas. Un cultivar definido como de ciclo medio para una región dada del hemisferio sur, se comportará como de ciclo corto si se lo siembra al norte de esa región y se comportará como de ciclo largo si se lo siembra al sur.

Durante el ciclo de cualquier cultivo ocurren dos tipos de procesos simultáneos e interdependientes: 1) el crecimiento, que involucra el aumento de tamaño y 2) el desarrollo, que involucra a la sucesiva generación de estructuras vegetativas y reproductivas que definen a los distintos estadios fenológicos.

Como ocurre con otros cultivos, el crecimiento y desarrollo fenológico de la soja difiere según la variedad y según las condiciones ambientales imperantes, principalmente temperatura y fotoperíodo (Sadras *et al.*, 2000). Diversos autores señalan que el período crítico de la soja sucede durante el período de crecimiento de vainas y granos, período R3-R6 según la escala de Fehr y Caviness (1977).

El éxito de un cultivar depende de hacer coincidir los requerimientos de sus diferentes etapas fenológicas y fundamentalmente de su período crítico (R3-R6), con la mejor oferta del ambiente, principalmente radiación, temperatura y agua.

## CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

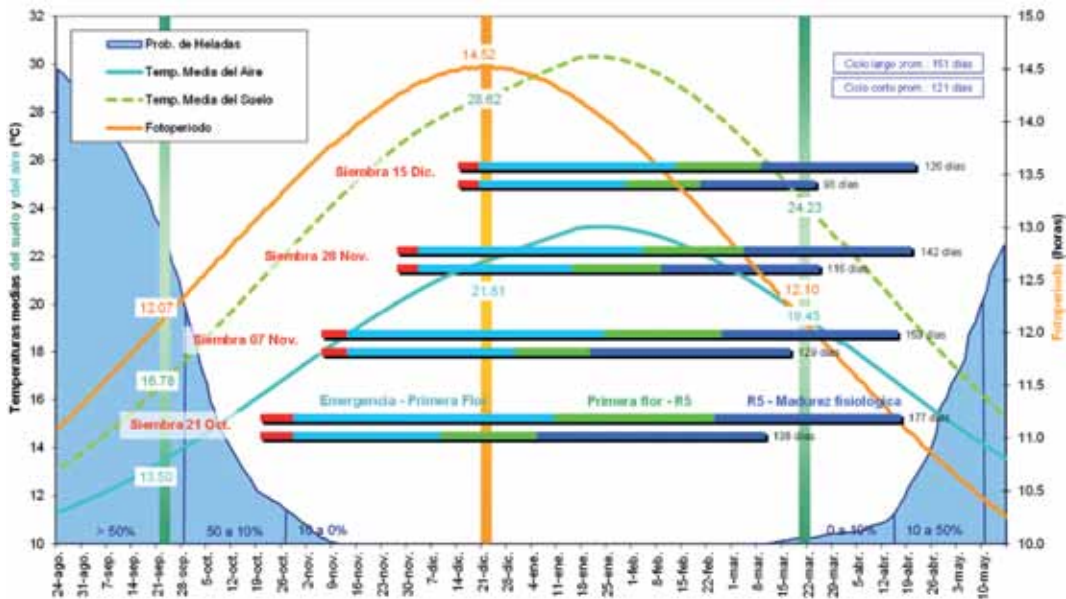
El objetivo del trabajo fue estudiar cómo los requerimientos foto-térmicos de dos ciclos de madurez, corto y largo, inciden en diferentes épocas de siembra.

Se realizaron cuatro experimentos en condiciones de campo en la estación experimental INIA La Estanzuela (Uruguay), todos bajo régimen de riego con el objetivo de neutralizar el efecto más importante y no manejable que incide en los cultivos de verano: el agua disponible para el cultivo. Los experimentos se sembraron en cuatro fechas de siembra: 21 de octubre, 7 de noviembre, 28 de noviembre y 15 de diciembre de 2014. El diseño experimental para cada experimento fue de bloques al azar con seis repeticiones y cuatro cultivares, dos definidos como de ciclo corto para Uruguay (GM III y IV) y dos definidos como de ciclo largo (ambos de GM VII).

La siembra de los cultivares, tolerantes al herbicida glifosato y de amplio uso comercial, se realizó a 0,20 m de distancia entre hileras y entre plantas. Considerando el nivel de fósforo inicial disponible, los experimentos







**Figura 1** - Promedios históricos de variables climáticas (en base a GRAS, INIA) y fenología media de dos cultivares de soja de ciclo corto y dos de ciclo largo, sembrados en cuatro épocas de siembra en La Estanzuela, Uruguay (año 2014/2015).

se fertilizaron con una cantidad de fósforo que excediera el umbral de respuesta. La semilla fue inoculada de acuerdo a lo recomendado por el fabricante. Se realizaron aplicaciones químicas de rutina para el control de malezas e insectos. Los riegos se realizaron periódicamente antes de que el porcentaje de agua disponible llegara a 50 % del perfil. Pevio a la cosecha se determinó fecha de emergencia (VE); de primera flor (R1); comienzo de llenado de grano (R5) y madurez fisiológica plena (R8), según Fehr y Caviness (1977). Luego de la cosecha se determinó el rendimiento de grano corregido a 13 % de humedad.

## RESULTADOS

La Figura 1 muestra cuatro de los estadios de desarrollo de la soja para cuatro épocas de siembra, donde se utilizó el promedio de los dos cultivares de ciclo corto y el promedio de los dos cultivares de ciclo largo. La ubicación temporal de los diferentes estadios fenológicos para cada época de siembra y ciclo de madurez, indican cómo el crecimiento y el desarrollo se relacionan con los factores climáticos más importantes: temperatura, fotoperiodo y probabilidad de heladas. Los resultados de estos experimentos formaron parte de los insumos utilizados para la confección de la predicción de los estados fenológicos de soja, publicada en el sitio web de INIA (Fassio *et al.*, 2013).

El ciclo del cultivo se reduce en la medida que las siembras se retrasan, esto es debido a la combinación de fotoperiodos y temperaturas como lo muestra la Figura 1 (línea naranja y celeste, respectivamente).

En fechas de siembra muy tardías, el periodo entre floración y llenado de grano (R1-R5) intercepta una menor radiación por una reducción en días y horas de luz por día. Como se mencionó anteriormente, esta respuesta mayormente se relaciona con que la soja es una planta definida como de día corto con respuesta cuantitativa al largo de los días.

En el Cuadro 1 se presenta la descomposición de la varianza del rendimiento expresada en porcentaje, para los ciclos contrastantes corto y largo. Se observa que los efectos principales época de siembra y ciclo de madurez explican el 26,5 % y 0 % de la variación del rendimiento, respectivamente. La varianza de 0 % indica que no hay un efecto del ciclo de madurez que sea consistente a través de las épocas de siembra; de este modo, toda la varianza relacionada al ciclo de madurez es expresada a través de la interacción con la fecha de siembra. Dicha interacción explica el 51,3 %

**Cuadro 1** - Componentes de la varianza del rendimiento de grano de soja expresados como % de la varianza total observada.

Componentes de la varianza	%
Bloque (época de siembra)	9,6
Época de siembra	26,4
Ciclo	0,0
Época × Ciclo	51,3
Residual	12,7
Total	100,0

El ciclo de madurez debe elegirse en función de la época de siembra

de la variación del rendimiento, indicando con ello que los ciclos de madurez tienen una adaptación específica a determinado rango de fechas de siembra.

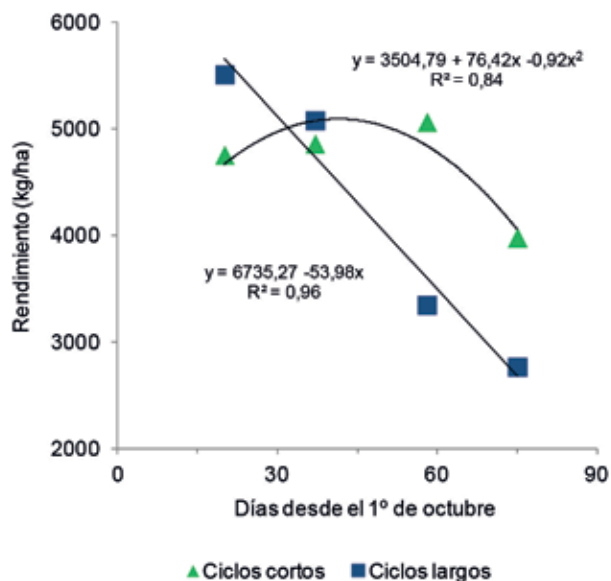
En el Cuadro 2 se muestran contrastes de rendimiento entre las cuatro épocas de siembra de los cuatro cultivos estudiados (dos cortos y dos largos). Se observa que no hubo diferencias significativas de rendimiento entre los primeros contrastes para los cultivos de ciclo corto, para los mismos tampoco hubieron diferencias significativas entre las siembras del 7 y el 28 de noviembre. En cambio, en los restantes contrastes e incluidos todos los de los cultivos de ciclo largo, se observan diferencias significativas que van de 430 kg/ha a un máximo de 2741 kg/ha, en este último caso a favor de la siembra más temprana respecto a la más tardía.

**Cuadro 2** - Diferencias de rendimiento entre cuatro épocas de siembra para soja de ciclo corto y largo.

Fechas	Ciclo Corto		Ciclo Largo	
	Diferencias (kg/ha)			
21 Oct vs 7 Nov	-105	ns	430	**
21 Oct vs 28 Nov	-310	ns	2161	**
21 Oct vs 15 Dic	775	**	2741	**
7 Nov vs 28 Nov	-205	ns	1731	**
7 Nov vs 15 Dic	880	**	2311	**
28 Nov vs 15 Dic	1085	**	580	**

\*\* diferencias estadísticamente significativas (P<0,01). ns, diferencias no significativas.

En la Figura 2, se muestran los rendimientos promedio observados de dos cultivos para cada ciclo de madurez (corto y largo). En los cultivos de ciclo corto el rendimiento presenta una respuesta de tipo cuadrática en función de la época de siembra (R<sup>2</sup>=0,84); en cambio, en los de ciclo largo la respuesta es de tipo lineal (R<sup>2</sup>=0,96). En los de ciclo largo los rendimientos disminuyen desde mediados de octubre, mientras que en los de ciclo corto los rendimientos son mayores entre mediados de octubre y fines de noviembre. Comparando ambos ciclos, para siembras de octubre los cultivos de ciclo largo obtienen mayores rendimientos, mientras que para siembras tardías los de ciclo corto rinden más que los cultivos de ciclo largo.



**Figura 2** - Rendimientos promedio de cuatro cultivos de soja agrupados en dos ciclos de madurez contrastantes (corto y largo), obtenidos según época de siembra en la localidad de La Estanzuela (Uruguay).

Los rendimientos observados en la Figura 2 se relacionan con la ubicación temporal en que ocurren las etapas fenológicas observadas en la Figura 1. En situaciones de producción donde el agua no es limitante para la expresión del rendimiento, los cultivos que logran desarrollar un óptimo crecimiento vegetativo y ubicar su periodo crítico (R3-R6) cuando la oferta de radiación solar es mayor, serán aquellos capaces de producir el mayor número de vainas y de granos por vaina en las mejores condiciones para un buen llenado de grano.





En siembras tardías, con cultivares de ciclo largo, el período de llenado de grano se ubica más hacia el otoño, recibiendo el cultivo menor radiación solar y temperatura comparado con uno sembrado temprano (Figura 1). Coincidiendo con Cregan y Hartwig (1984) en relación con el fotoperiodo crítico, el atraso de la fecha de siembra provocó una reducción del largo de ciclo relativamente mayor a mayor ciclo del cultivar. En cambio, cuando en fechas tempranas se siembran cultivares de ciclo más corto (de fotoperiodo crítico mayor), el crecimiento vegetativo se reduce, se anticipa el inicio del periodo reproductivo y también la finalización del ciclo, obteniendo en consecuencia rendimientos menores (Figura 2).

## CONCLUSIONES

En condiciones de bienestar hídrico, el factor más importante en el rendimiento de soja fue la interacción ciclo de madurez por época de siembra (51,3%), la cual casi duplicó la magnitud del efecto época de siembra (26,4%). Esto demostraría que el ciclo de madurez debe elegirse en función de la época de siembra. Los cultivares de ciclo medio podrían estar dando una respuesta intermedia entre los cultivares cortos y largos, ganando rendimiento en relación con los de ciclo largo sembrados muy tarde o con los cortos sembrados muy temprano.

En cultivos comerciales de secano, una posibilidad es no concentrar toda el área de siembra en una misma época para mitigar el riesgo de que durante el periodo crítico ocurran deficiencias hídricas. La consigna es escoger siempre para cada fecha de siembra el ciclo de madurez más adecuado.

## BIBLIOGRAFÍA

Bernard RL. 1972. Two Genes Affecting Stem Termination in Soybeans. *Crop Science*, 12 (2): 235-239.

Bodrero ML, Morandi EN, Martignone RA, Baigorri HEJ, Andrade FH, Meira S, Guevara E. 1997. Ecofisiología del Cultivo. En: Gior-

da LM, Baigorri HEJ. (Eds.). *El Cultivo de la Soja en Argentina*. INTA C. R. Córdoba. San Juan, Argentina: Editar. 29-50.

Castañó JP, Giménez A, Ceroni M, Furest J, Aunchayna R. 2011. Caracterización Agroclimática del Uruguay 1980-2009. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Técnica No. 193. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur. 34 p.

Cregan PB, Hartwig EE. 1984. Characterization of Flowering Response to Photoperiod in Diverse Soybean Genotypes. *Crop Science*, 24 (4): 659-662.

Fassio A, Ibáñez W, Rodríguez M, Ceretta S, Pérez O, Rabaza C, Vergara G, Cesán A, Restaino E. 2013. Predicción de Estados Fenológicos para Soja, Girasol, Maíz, Sorgo Granífero, Forrajero, Dulce y Silero. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). [En línea] 9 febrero 2017. <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Utilidades#>

Fassio A, Pérez O, Ibáñez W, Rabaza C, Vergara G, Sawchik J, Schusselin M, Silva L. 2016. Soja: Rendimiento con y sin Riego a Diferentes Poblaciones de Siembra. *Revista INIA Uruguay*, N° 47: 22-26.

Fehr WR, Caviness CE. 1977. Stages of Soybean Development. Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, Ames, Iowa.

Inouye J, Shanmugasundaram S, Masuyama T. 1979. Effects of Temperature and Daylength on the Flowering of Some Photo-Insensitive Soybean Varieties. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 22 (4): 167-171.

Sadras VO, Ferreiro M, Gutheim F, Kantolic AG. 2000. Desarrollo Fenológico y su Respuesta a Temperatura y Fotoperiodo. En: Andrade FH, Sadras VO. (Eds.). *Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja*. INTA. Bs As, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A. 29-60.

Thomas JF, Raper (Jr) CD. 1983. Photoperiod and Temperature Regulation of Floral Initiation and Anthesis in Soya Bean. *Annals of Botany*, 51 (4): 481-489.

Sawchik J, Ceretta S. 2005. Consumo de Agua por Sojas de Distintos Grupos de Madurez en Diferentes Ambientes de Producción (Calmer-Ausid-Inia). En: *Jornada Técnica de Cultivos de Verano, Serie Actividades de Difusión N° 417*. La Estanzuela, Uruguay: INIA. 41-51.





# NUEVA HERRAMIENTA EN LÍNEA, SARAS: Sistema de Alerta a Roya Asiática de la Soja de INIA

Lic. Biol. (PhD) Silvina Stewart<sup>1</sup>  
Téc. en Lech. Marcelo Rodríguez<sup>1</sup>  
Ing. Agr. (MSc) Ernesto Restaino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Protección Vegetal INIA La Estanzuela

<sup>2</sup>Unidad de Comunicación INIA La Estanzuela

## ¿QUÉ ES SARAS?

El Sistema de Alerta a Roya Asiática de la Soja (SARAS) es una herramienta en línea desarrollada por INIA que integra toda la información disponible sobre la Roya Asiática.

El objetivo es mantener actualizados a productores y técnicos sobre los nuevos focos reportados, el nivel de riesgo meteorológico para que se instale la enfermedad en el cultivo y las recomendaciones de manejo más ajustadas para el control de la enfermedad, brindadas por INIA.

Esta herramienta es un mecanismo de transferencia de tecnología que permite hacer un seguimiento de esta enfermedad. Cuenta con el apoyo de laboratorios privados y públicos de referencia que nutren al sistema, generando un foro a través de una plataforma colaborativa entre los usuarios y actores relevantes.

## ¿POR QUÉ EL SARAS PARA LA ROYA?

Esta herramienta fue diseñada para la roya pues es una enfermedad cuyas características se prestan para este tipo de iniciativa.

- 1) Los síntomas iniciales de la roya son imperceptibles.
- 2) No tiene el colorido anaranjado-rojizo de otras royas para facilitar la detección.
- 3) Se confunde con otras enfermedades del cultivo, como la mancha marrón o la pústula bacteriana.
- 4) El diagnóstico temprano es fundamental para poder controlarla.



Figura 1

5) Puede ingresar al país desde mediados de enero hasta fines de marzo. Cuando ingresa temprano encuentra a los cultivos en estadios más jóvenes y más vulnerables.

6) Es una enfermedad muy agresiva siempre y cuando las condiciones climáticas sean favorables.

### ¿CÓMO FUNCIONA?

SARAS es una herramienta gratuita desarrollada para el ambiente web. Para usarla sólo se necesita ingresar al sitio.

El usuario puede acceder sin registrarse y seguir el avance de la enfermedad, accediendo periódicamente y visualizando los mapas de dispersión y riesgo.

Puede también integrarse como usuario registrado, suministrando la ubicación de sus chacras y una dirección de correo electrónico a la que SARAS automáticamente, en cada zafra, enviará una alerta cuando se reporte el primer foco de la enfermedad a menos de 100 km de sus cultivos.

### ¿QUÉ INFORMACIÓN SE OBTIENE EN SARAS?

La aplicación cuenta con un mapa de dispersión, que muestra la localización y número de focos reportados por los laboratorios que colaboran y permite ver la evolución de la dispersión durante la zafra y la información de los laboratorios referentes. También cuenta con una opción de registro de usuarios, que permite que productores y técnicos registren sus chacras por localidad en el sistema y reciban una alerta en sus correos electrónicos, cuando se reporte un foco que se encuentre ubicado a menos de 100 km de distancia de sus cultivos. De esa manera, se puede saber cuándo comenzar a intensificar los muestreos y estar atentos a la evolución de la enfermedad.

Cuando el usuario ha detectado la enfermedad en sus cultivos, el sistema ayuda con la toma de la decisión para la aplicación de fungicida, mediante un mapa de riesgo de infección que muestra tres niveles (bajo, intermedio y alto). Este mapa se basa en el pronóstico generado por un modelo empírico que utiliza variables meteorológicas comunes (temperatura, humedad relativa, precipitación y nubosidad) obtenidos del Modelo

de Predicción Global (GFS). Este pronóstico está accesible gracias a la colaboración de los Meteorólogos Mario Bidegain (MSc) y Bernardo de los Santos Simonelli, quienes programaron la descarga diaria y automática de los datos para nuestra región.

Por su parte, los responsables de los laboratorios registrados pueden acceder a reportar nuevos focos seleccionando esa opción, ingresando los datos solicitados y su clave particular de acceso.

En la sección recomendaciones se brindan consejos de manejo de acuerdo al estado de la enfermedad en el país.

### ¿CÓMO ACCEDER A LA HERRAMIENTA? PASOS A SEGUIR

1) Para acceder a la aplicación entrar en la página [www.inia.uy](http://www.inia.uy) y en destacados ingresar al SARAS (Figura 1).

2) En la imagen de introducción se detallan los autores, los meteorólogos y los laboratorios que colaboran con el sistema (Figura 2).

3) Ingresando a la aplicación, sobre el margen izquierdo se puede ver el menú de opciones, y a su derecha la página de la opción elegida.

La primera opción del menú proporciona información referente a la enfermedad e imágenes de sus síntomas característicos.

En cada página aparece un botón de ayuda que, al ser activado, informa al usuario sobre el funcionamiento y los contenidos de cada página (Figura 3).



Figura 2



Figura 3

4) La segunda opción del menú muestra el mapa de dispersión de la enfermedad, sobre el que se pueden observar como círculos rojos los focos reportados de cada zafra.

En la parte superior del mapa aparece un selector que permite elegir la zafra a la que pertenecen los datos que muestra el mapa.

Más abajo, una barra de desplazamiento azul permite ver la dispersión en una fecha determinada de la zafra, o una animación que muestra la evolución de la enfermedad en la zafra, si el usuario hace “click” en la opción “Ver evolución” que aparece bajo la barra.

A la derecha del mapa, en la parte superior se observa una tabla con los datos de los últimos focos reportados hasta la fecha y, debajo de ésta, un listado de los laboratorios referentes, con vínculos a sus páginas web (Figura 4).

5) El mapa de riesgo de infección (cuarta opción del menú) es una herramienta fundamental que permite tomar decisiones de control químico racionales, una vez que se ha detectado la presencia de la enfermedad en los cultivos.

El mapa muestra, para cada departamento del país, los niveles de riesgo de infección calculados por un modelo empírico que utiliza como insumo los pronósticos para los siguientes 5 días, de variables meteorológicas comunes (temperatura, humedad relativa, precipitación y nubosidad) obtenidos diariamente del Sistema de Pronóstico Global (GFS).

El riesgo calculado por el modelo puede tomar valores entre 0 y 1, y en ese rango se definieron tres categorías de riesgo: bajo, intermedio y alto.

Si el cultivo se encuentra en un estadio fenológico más adelantado que R5.5, no se recomienda realizar aplicaciones para el control de roya, independientemente del nivel de riesgo.



Figura 4

Si no ha superado R5.5 y se detecta la presencia de roya, no se recomienda aplicar fungicidas mientras que el mapa muestre niveles de riesgo bajos o intermedios (verde o amarillo) para su departamento. Sólo se debe considerar la aplicación si el riesgo es alto (rojo) (Figura 5).

6) La quinta opción del menú detalla recomendaciones de manejo aportadas por la Lic. Silvina Stewart, que son actualizadas de acuerdo a la situación de la enfermedad en el país.

En esta opción también se encuentra una breve explicación de cómo realizar un correcto muestreo de folíolos para enviar a analizar a los laboratorios referentes o analizar *in situ* (Figura 6).

7) Para encontrar el laboratorio más cercano donde enviar muestras, el usuario puede activar la casilla “Mostrar laboratorios” que aparece en la esquina inferior izquierda del mapa de dispersión, permitiendo la visualización de los marcadores de ubicación de los laboratorios sobre el mapa. Haciendo “click” sobre ellos se encuentra toda la información necesaria (Figura 7).

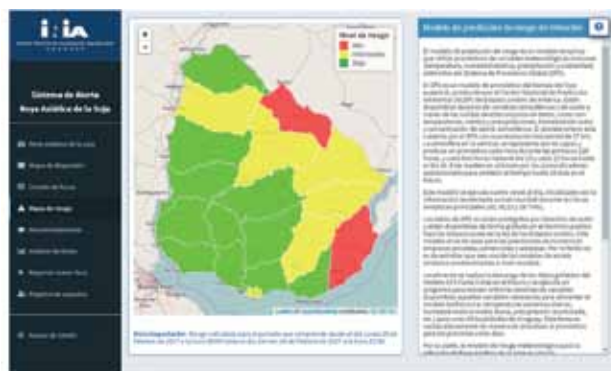


Figura 5

8) Los responsables de los laboratorios referentes podrán reportar cada nuevo foco positivo que detecten utilizando esta opción del menú.

Para ello deben ingresar toda la información que se solicita respecto al origen de la muestra y una clave particular de acceso.

Cuando un foco es reportado, el sistema envía automáticamente un correo electrónico a todos los usuarios registrados cuyas chacras estén ubicadas a menos de 100 km de distancia del nuevo foco, alertando sobre la presencia de la enfermedad en el área.

Al recibir la alerta, el usuario debería monitorear sus cultivos con mayor frecuencia, al menos una vez a la semana (Figura 8).

9) El uso de la aplicación es totalmente gratuito. Para registrarse, el usuario debe elegir dicha opción del menú, ingresar su nombre, su apellido, la dirección de correo electrónico que desea usar para recibir las alertas, el departamento donde se ubica y la localidad más cercana a su chacra.

En caso de tener chacras en diferentes localidades, es conveniente registrarse varias veces, una por cada localización.

El mapa que aparece a la derecha ayuda al usuario a determinar cuál es la localidad más próxima a sus cultivos, haciendo “click” sobre el punto aproximado donde éstos se encuentran (Figura 9).



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9

**¿CÓMO PROCEDER? RECOMENDACIÓN PARA USUARIOS**

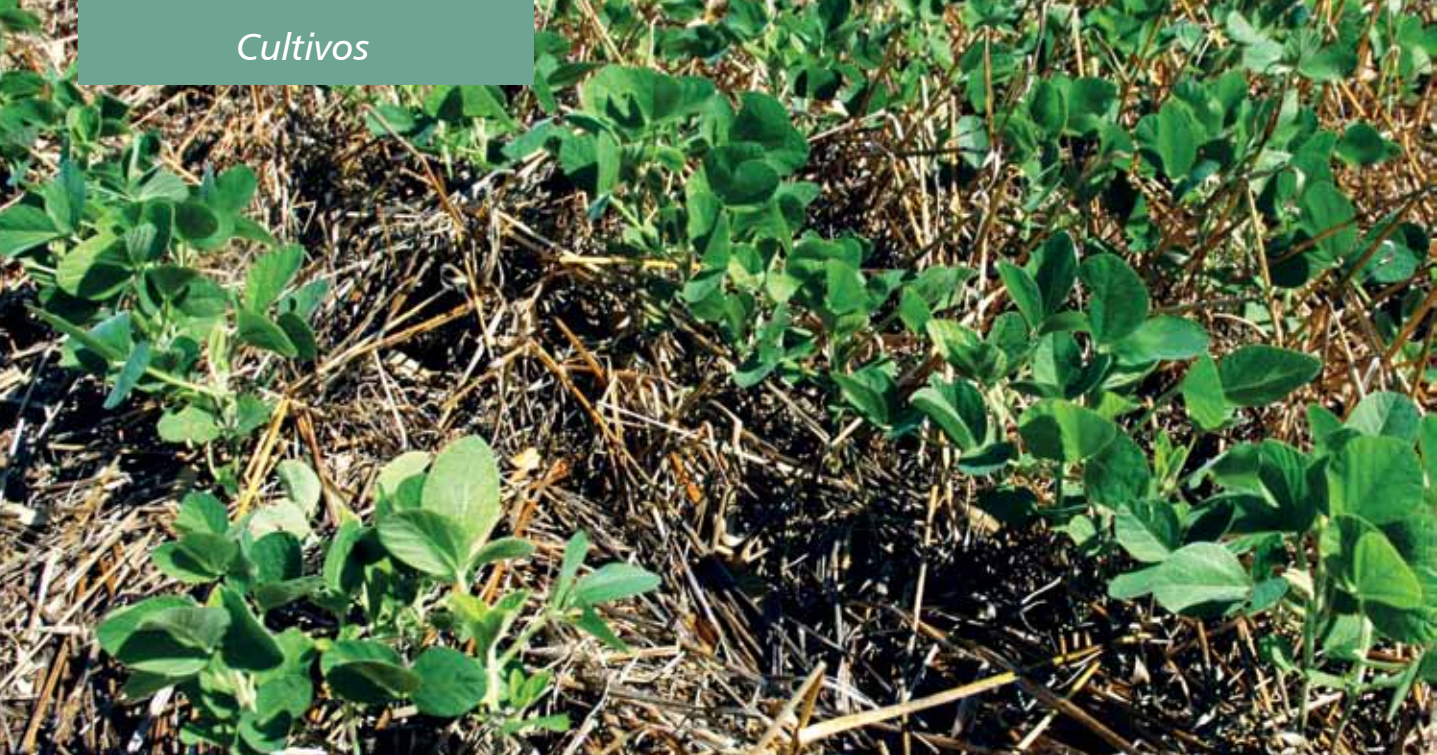
Los usuarios deben registrarse, y así recibirán un mensaje de alerta cuando la roya esté cercana a sus cultivos.

Cuando llegue el mensaje de alerta se deben intensificar los monitoreos, y enviar muestras a los laboratorios que nutren al sistema con casos positivos.

Cuando su chacra sea positiva, prestar atención al mapa de riesgo de su departamento.

Si su cultivo no llegó al estadio R5.5 (grano de 50% del tamaño final) y el riesgo es alto (rojo) pensar en aplicar un fungicida.

Siguiendo estos pasos nos aseguramos de estar haciendo un uso racional de los fungicidas, aplicando un agroquímico sólo cuando sea estrictamente necesario.



# BIOLOGÍA Y MANEJO DEL “BICHO BOLITA” (BICHO DE LA HUMEDAD)

BSc. (MSc) Ximena Cibils<sup>1</sup>,  
Prof. (MSc) Analisa Waller<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. (Dra) Stella Zerbino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Protección Vegetal, INIA La Estanzuela

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias, UdelaR

- En condiciones de siembra directa, los isópodos son potencialmente un problema
- Presentan hábitos nocturnos
- Debido a su habilidad de enrollarse son fácilmente identificables
- Pueden consumir el 10 % de residuos
- Viven aproximadamente 3-4 años
- Tienen preferencia por leguminosas, consumiendo cotiledones, inclusive semillas
- Período crítico: implantación
- Período crítico en soja, desde el día 2 hasta el día 12 después de la siembra
- Se recomienda el monitoreo de la chacra previo a la siembra, para ello es necesario la inspección del rastrojo en distintas zonas de la chacra con un cuadrado de hierro de 50 x 50 cm

## RELEVANCIA

La adopción de la siembra directa (SD), además de cambiar los aspectos físicos y químicos del suelo, tuvo efectos en la dinámica poblacional de los artrópodos.

Como consecuencia de la falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie se crea un ambiente más estable, con menores oscilaciones de temperatura y humedad, que favorece el desarrollo de poblaciones de los individuos que viven en el suelo.

La mayoría de los invertebrados que habitan en el suelo se caracterizan por tener movimientos lentos, baja tasa de reproducción y ciclo biológico largo, teniendo a lo sumo dos generaciones por año. Es el caso de las isocas, gusanos alambre, grillos, las babosas, caracoles y bicho bolita (isópodos).

En el Uruguay, en los sistemas de producción con SD, los isópodos terrestres constituyen actualmente un problema. Son fáciles de reconocer debido a que poseen un exoesqueleto rígido sin caparazón, tienen un cuerpo ovalado, aplanado dorso-ventralmente y poderosas mandíbulas que le permiten fragmentar los tejidos vegetales y el rastrojo.





Figura 1 - *Armadillidium vulgare*. (Fuente: Analisa Waller).

Estos artrópodos tienen adaptaciones que les permiten reducir la pérdida de agua, ya que su mayor limitante es el intercambio gaseoso branquial. Las adaptaciones a la desecación incluyen: hábitos nocturnos, la habilidad de enrollarse, excreción de amonio gaseoso, baja tasa de respiración basal y respiración sólo en áreas especializadas.

Suelen habitar lugares húmedos, con poca luz, como por ejemplo debajo de la corteza y la hojarasca de árboles, piedras y debajo del rastrojo en siembra directa. Las condiciones de alta humedad y oscuridad favorecen su reproducción.

Debido a su naturaleza oportunista se los suele encontrar en distintas situaciones, siempre aprovechando los residuos provenientes de la fragmentación de vegetales previamente realizada por otros herbívoros, lo que permite incrementar la tasa de descomposición de la materia orgánica al exponer mayor superficie del recurso a ser atacado por microorganismos. De esa manera, resultan integrantes importantes de las cadenas tróficas. Asimismo, pueden consumir el 10 % de residuos que ingresan en una pastura.

En nuestro país se ha registrado la presencia de cinco especies: *Armadillidium vulgare*, *Armadillidium nasatum*, *Neotroponiscus plaumanni*, *Balloniscus sellowii* y *Porcellio laevis*. *Armadillidium vulgare* es la más abundante (Figura 1), seguida por *A. nasatum* (Figura 2).

## BIOLOGÍA

El crecimiento y la sobrevivencia de los isópodos terrestres está relacionado con los factores abióticos (temperatura, humedad), disponibilidad de refugio, y calidad del alimento; viven aproximadamente 3-4 años.

En climas templados la reproducción es estacional y está controlada esencialmente por la duración de la fotofase, deteniéndose cuando disminuye. Estudios poblacionales y de aspectos reproductivos realizados en Uruguay indican que el período reproductivo se registra entre octubre y mayo.

En la Figura 3 se describe el ciclo biológico de estas especies.

## POTENCIAL DE DAÑO EN CULTIVOS Y PRADERAS

Tienen preferencia por las leguminosas, en primer término por la soja y luego por las leguminosas forrajeras. También son hospederos el maíz, la avena, el sorgo, el trigo y la cebada. Asimismo, algunas malezas actúan como fuente de alimento (biznaga y mostacilla) y refugio (sorgo de alepo, crucíferas), por lo que es importante mantener la chacra libre de malezas previo a la implantación. Como consecuencia de su alimentación causan heridas a nivel del hipocótilo y consumen cotiledones y semillas. El período crítico de daño en cultivos es durante la implantación, fundamentalmente en primavera y otoño, cuando se encuentran en su período reproductivo.

*A. vulgare*, la especie más frecuente en nuestro país, al alimentarse causa roturas transversales en la zona del cuello de la planta, consecuentemente las hojas bajan su turgencia y las plantas manifiestan síntomas de decaimiento y vuelco.

Las heridas que causan en las plantas están concentradas principalmente en el segmento inferior del tallo, apenas a unos centímetros del suelo, en forma transversal y longitudinal (Figura 4).

Las heridas transversales son las que provocan el quebrado de la planta espontáneamente o por efecto del viento.



Figura 2 - *Armadillidium nasatum* (Fuente: Analisa Waller).

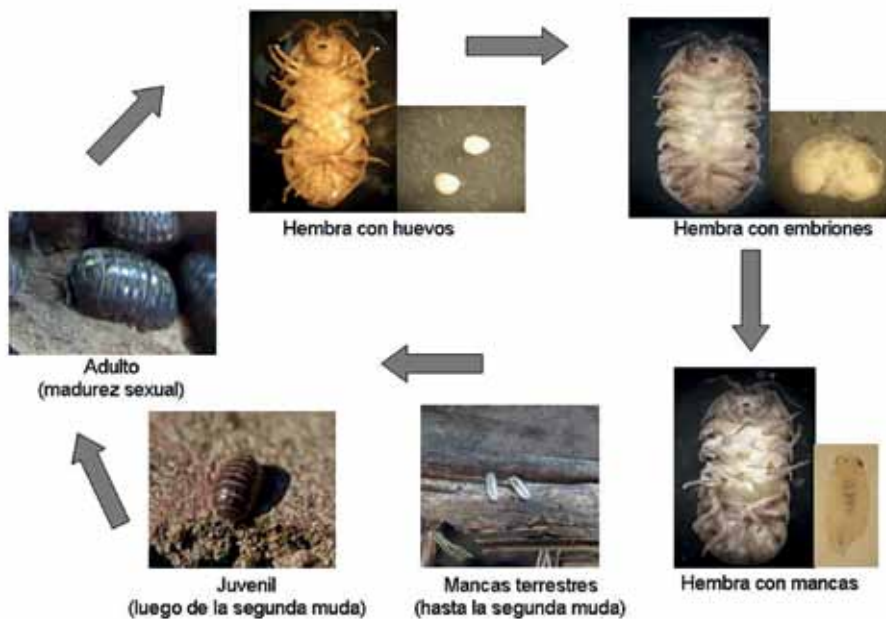


Figura 3 - Ciclo biológico de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Fuente: Analisa Waller).

En el caso de la soja, la plántula tiene un período de máxima susceptibilidad a isópodos que se extiende aproximadamente desde el día 2 hasta el día 12 después de la siembra, reportándose ataques en los cuales el consumo de plántulas superó el 70 %.

La probabilidad de desarrollo de importantes poblaciones se incrementa en situaciones donde el volumen de residuos en la superficie es importante, dado que es un ambiente que le proporciona alimento y le brinda protección. Sistemas en siembra directa con elevados volúmenes de rastrojo, como sucede en la rotación trigo o puentes verdes-soja, pueden ser situaciones de riesgo para el cultivo de soja. Siembras realizadas luego de cultivos de maíz o sorgo con destino forrajero también son situaciones de riesgo.

### ASPECTOS DE MANEJO

En el marco de la agricultura sostenible, los problemas con organismos plaga se deben abordar desde la estrategia del manejo integrado de plagas, el cual se apoya en tres fundamentos:

- Integrar de modo racional y dar prioridad a instrumentos de control alternativos al químico.
- Decidir el momento de control en base al seguimiento periódico y de acuerdo a los niveles de daño, y no en base a la mera presencia/ausencia.
- Utilizar los principios activos y/o dosis que tengan los mínimos efectos colaterales negativos.

El monitoreo de la chacra previo a la siembra de cultivos de soja, praderas y/o verdeos es de vital importancia ya que brinda información sobre la densidad poblacional y el estado de desarrollo en el que se encuentran. Para el muestreo se recomienda utilizar un marco de hierro de 50 cm de lado, el cual se lanza al azar en diferentes zonas de la chacra. Luego de retirar el rastrojo, se inspecciona y registra la cantidad de isópodos vivos dentro del cuadrado. El conteo en cada cuadrado debe tener una duración máxima de 5 minutos. Para tener una adecuada estimación de la densidad poblacional se recomienda realizar entre 15 y 20 conteos por chacra (dependiendo de su tamaño).

Los umbrales de daño dependen de cada cultivo, dado que la palatabilidad del cultivo y las densidades de siembra son proporcionales al potencial de daño de esta especie.

Los umbrales de daño establecidos en nuestra región son los siguientes:

- +100 individuos/m<sup>2</sup> en soja (Saluso, 2004)
- 50-60 individuos/m<sup>2</sup> en girasol (Aragón, 2003)
- 60 individuos/m<sup>2</sup> en alfalfa (Basigalup *et al.*, 2007).

**Manejo cultural.** Como fue mencionado anteriormente, con volúmenes de rastrojo grandes (pasturas con destino a la producción de reservas, puentes verdes) existe mayor probabilidad de registrar elevadas densidades poblacionales. Es fundamental dejar el volumen necesario que limite la erosión del suelo, entre 60 a 70 % de



**Figura 4** - Heridas longitudinales y transversales causadas en el cultivo de soja (Foto: Saluso, A, 2004)

cobertura de rastrojo. En Estados Unidos, por ejemplo, los residuos son removidos mecánicamente.

La distribución uniforme de rastrojo es otra medida de manejo para evitar el establecimiento de altos niveles poblacionales.

**Manejo químico.** En caso de poblaciones altas, una alternativa es el uso de insecticidas **a base de carbamatos aplicados a la semilla**. En ensayos realizados con avena, la implantación del cultivo fue notoriamente superior respecto al testigo sin curar, cuando la semilla fue tratada con Tiodicarb a una dosis de 300 cc de principio activo cada 100 kg de semilla. A los 20 días de realizada la siembra este tratamiento tuvo 85 % más de plantas que el testigo sin curar (Zerbino, 2000).

El uso de cebos tóxicos para el monitoreo y control es una estrategia difundida en Argentina (Basigalup *et al.*, 2007). Se trata de pellets a base de Carbaryl (8 %) de muy alta palatabilidad, que son fabricados por vía húmeda, lo que determina que sean más resistentes al deterioro climático y, por ende, tienen mayor residualidad. Lamentablemente, en nuestro país estos cebos no se encuentran disponibles. El uso de aplicaciones foliares es de menor eficiencia. Tratamientos con Carbaryl a razón de 850 gramos de principio activo por hectárea, a los 13 días de realizada la siembra, registraron un 18 % más de plantas que el testigo sin tratar (Zerbino, 2000).

Para definir el insecticida apropiado a cada situación, consulte a su Agrónomo asesor o a la Sección Entomología de INIA La Estanzuela.

## CONSIDERACIONES FINALES

El bicho bolita es un artrópodo que cumple funciones benéficas, fragmenta los residuos incrementando la tasa de descomposición de la materia orgánica al exponer mayor superficie del recurso para ser colonizado por los microorganismos.

Ante condiciones favorables de humedad y disponibilidad de alimento (exceso de residuos en superficie), como en algunos sistemas en siembra directa, se pueden desarrollar poblaciones importantes que causan daños durante la implantación, fundamentalmente de la soja y las leguminosas forrajeras.

En las últimas dos zafas hubo un incremento en el número de situaciones problema reportadas. Para una detección temprana de estas situaciones problema es fundamental el muestreo de las chacras previo a la siembra. A su vez, es recomendable adoptar medidas culturales como las de dejar en superficie cantidades de rastrojo adecuadas, con distribución uniforme, para evitar el desarrollo de poblaciones importantes.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Anderson, J. M. 1988. Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes. *Biol Fertil Soils* 6: 216 – 227.

Aragón, J. 2003. Guía de reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa. Marcos Juárez: Agroediciones INTA. 60p

Basigalup, D.H. 2007. El cultivo de la alfalfa en la Argentina. INTA EEA Manfredi. ISBN: 978-987-521-242-8.

Buchholz, D. D., Palm E., G. Thomas and D. L. Pfof. 1993. No-till planting systems. University of Missouri Extension. Publication #G4080. University of Missouri, Columbia, MO.

Curry, J.P. 1987. The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. I. The composition of the fauna. *Grass and forage Science* 42: 103-120.

Saluso, A. 2001. Isópodos terrestres asociados al cultivo de soja en siembra directa. En: Soja. Actualización Técnica. Serie Extensión N° 21. INTA EEA –Paraná. Centro Regional Entre Ríos, pp. 80-83.

Saluso, A. 2004. Determinación del Nivel de Daño Económico y plan de decisión secuencial para el manejo de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en soja. Tesis para optar al título de Magister en Entomología Aplicada. Universidad Nacional de La Rioja. Argentina. 75 p.

Trumper, E.V., y Linares, M. 1999. Bicho Bolita. Nueva amenaza para la soja. *Super Campo* 5(59):24-27.

Zerbino, M.S. 2000. Efecto de la siembra directa sobre la macrofauna del suelo. Curso de siembra directa. Instituto Plan Agropecuario. Rodríguez 10/8/2000. II Curso de siembra directa. Cardona. 15/8/2000. INIA Actividades de Difusión n° 229. 23 p.



# LAS ÚLTIMAS SELECCIONES PROMISORIAS DE CULTIVARES FRUTÍCOLAS, PRESENTADAS POR INIA

Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo;  
Téc. Agr. Julio Pisano;  
Ing. Agr. (MSc) Danilo Cabrera;  
Ing. Agr. Carolina Fasiolo

Programa Nacional de Producción Frutícola

El pasado 16 de febrero tuvo lugar en INIA Las Brujas la Exposición de Cultivares, donde se presentaron los materiales disponibles para plantación y otros promisorios que están en evaluación y deben cumplir con alguna etapa más, antes de que INIA los ponga a disposición de los viveristas. La muestra abarcó diversos cultivares de manzanas, peras, duraznos, nectarinos y ciruelas.

Esta actividad ya tradicional, que comenzó en 1982, genera una instancia de intercambio directo con el sector frutícola pudiendo los viveristas, productores, técnicos y otros interesados ver, analizar y discutir las características de los diferentes cultivares presentados, así como degustar la fruta, a efectos de aportar insumos a los mejoradores.

Considerando la demanda del sector frutícola nacional de seguir incorporando nuevas tecnologías, nuevas especies y nuevos materiales, más adaptados a nuestras condiciones, el Programa Nacional de Investigación en

Producción Frutícola de INIA viene trabajando en la identificación de cultivares con el objetivo de mejorar la oferta del producto tanto en el mercado interno como para la exportación.

Las crecientes exigencias del consumidor en cuanto a calidad, tanto de la fruta como del proceso productivo para obtenerla, marcan una continua necesidad de selección de nuevos materiales vegetales. Estos deben reunir mejores características tanto externas (color, forma, tamaño) como internas (sabor, textura, aptitud de conservación). También se suma la necesidad de adaptación a las condiciones locales de producción, de manera de ajustar paquetes tecnológicos de bajo impacto ambiental y menor uso de recursos, así como materiales que tengan buena aptitud para su conservación postcosecha.

Las condiciones climáticas de la zona productora son un factor fundamental a la hora de seleccionar materiales locales o que vienen de otro origen.

El régimen de pluviometría, la temperatura, la radiación, así como las características de nuestros suelos, hacen que la gran mayoría de los materiales generados en centros de mejoramiento externo presenten problemas de adaptación o tengan alguna limitante para desarrollarse en nuestras condiciones. Es por esto que la importancia del desarrollo local de cultivares adquiere cada vez más relevancia.

A su vez, el acceso a variedades y/o portainjertos originados en programas de mejora en el exterior se vuelve cada vez más dificultoso, tornándose en una limitante tecnológica para el desarrollo del sector. Cada vez más el “negocio frutícola” integra a los cultivares y su disponibilidad como una parte clave del mismo, y el control del germoplasma y las áreas plantadas han pasado a utilizarse como una llave para el control del mercado. Por tal motivo, este proceso hace que el mejoramiento nacional se torne en una herramienta imprescindible para poder seguir logrando materiales que cubran diferentes momentos de cosecha, diversos nichos de mercado, colmando las expectativas de los consumidores.

El acceso a germoplasma puede lograrse con fortaleza económica, organización, trayectoria, credibilidad y, sobre todo, con la posibilidad de intercambiar materiales propios generados en programas de mejora locales. Por lo tanto, es estratégico tener las capacidades para seguir generando materiales propios para asegurar a todo el sector frutícola la disponibilidad de material genético de calidad. Esto redundará en una permanente mejora de la sostenibilidad de la producción y la calidad, en un marco de sostenibilidad ambiental, competitividad y equilibrio social en el corto, mediano y largo plazo.

Desde el Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola se viene trabajando con diversas estrategias de asociación para la mejora de variedades de acuerdo a la especie.



En el mejoramiento de manzana hemos desarrollado una alianza temprana con la Empresa de Pesquisa Agropecuaria del Estado de Santa Catarina, Brasil (EPAGRI) para acceder a materiales seleccionados y completar su evaluación. También existe un Acuerdo de evaluación de cultivares de manzana con resistencia a *Venturia inaequalis* (sarna) con el Centro Viverístico Italiano – CIV. En el caso de duraznero se encaró un proyecto importante con DIGEGR/MGAP que llevó a la liberación de numerosos cultivares.

En frutos nativos (Guayabo del País, Arazá y Pitanga) se viene trabajando en conjunto con la Facultad de Agronomía y la Dirección General Forestal del MGAP, realizando prospección y selección de materiales superiores. En el caso de pera, ciruela y nectarina se vienen realizando acciones propias que se articulan en ciertos casos con actores privados. Toda esta actividad, sumada a numerosos contactos internacionales permite tener una selección de materiales promisorios, cumpliéndose para cada uno de ellos el proceso de observación y evaluación, generando un completo banco de datos.

La importancia socio-económica del sector frutícola no debe perderse de vista. Su valor no es trasladable exclusivamente a una ecuación numérica. Tiene peso en la economía local, cumpliendo un rol importante en la ocupación de mano de obra familiar, efectiva y sazonal, así como en la demanda de servicios. La producción frutícola nacional, a su vez, cumple un rol fundamental en la soberanía alimentaria del país produciendo casi la totalidad de la fruta consumida por el mercado interno. Pero tan o más importante es su rol cultural, promoviendo una forma de vida, con fuerte asentamiento en el medio rural, permitiendo una cercanía y comprensión de los elementos del sistema natural. Sistema en el que el germoplasma empleado tiene un rol sustantivo.

A continuación se presentan fichas de selecciones y cultivares promisorios según la especie.



**INIA 11.09-11**

**Selección de duraznero de estación de pulpa amarilla**

**Origen:** F1 (Fayette Tardío x Rich Lady).

**Floración y cosecha:** INIA Las Brujas

Plena flor	Cosecha
25 de agosto	27 diciembre al 6 enero



**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Longitud de brindillas	Cantidad de yemas de flor	Tipo de flor
Medio a alto	Muy buena, estable en el tiempo	Semi-extendido	Media	Muy buena	Rosácea

**La fruta**

Tamaño	Forma	Color de fondo	Sobre color	Pilosidad
Mediano a grande	Redondeada. Ápice plano y sutura superficial	Amarillo	100 % rojo	Corta
Color de la pulpa		Sabor	Carozo	
Amarillo-anaranjado, teñida con algo rojo		Muy bueno	Grande, alargado, adherido de la pulpa	

**Valoración general**

Muy buena atractividad y forma de fruto, con interesante fecha de cosecha. Alternativa al Moscato del Sur por presentar mejor forma de fruto. Se instaló un módulo de plantación comercial en el año 2016.

**INIA 298**

**Selección de duraznero chato, temprano, de pulpa blanca**

**Floración y cosecha:** INIA Las Brujas

Plena flor	Cosecha
12 de agosto	20 al 27 de diciembre



**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Longitud de brindillas	Cantidad de yemas de flor	Tipo de flor
Medio a alto	Muy buena, estable en el tiempo	Semi-extendido	Media	Muy buena	Rosácea

**La fruta**

Tamaño	Forma	Color de fondo	Sobre color	Pilosidad
Mediano a grande	Chata, ápice deprimido, no presenta rajado en la cavidad	Blanco crema	90% rojo rosado	Corta
Color de la pulpa		Sabor	Carozo	
Blanco crema		Muy bueno	Mediano, chato, adherido de la pulpa	

**Valoración general**

Primer durazno chato interesante, buena firmeza, atractividad y sabor. Hay que desarrollar paneles de degustación y difusión de esta tipología de fruto en nuestro país, para que el consumidor lo conozca, ya que tiene una serie de ventajas con respecto a la forma de fruto redondo:

- Por su forma son fáciles de consumir
- Excelente firmeza, aroma y sabor
- No precisa pelarlo

Se instaló en 2015 un módulo de observación en el predio de un productor.

**INIA 12.13-37**

**Selección de nectarina tardía de pulpa blanca.**

**Origen:** F1 (Artic Mist polinización libre)

**Floración y cosecha:** INIA Las Brujas

Plena flor	Cosecha
9 de setiembre	3 al 10 de febrero



**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Longitud de brindillas	Cantidad de yemas de flor	Tipo de flor
Medio a alto	Muy buena, estable en el tiempo	Semi-extendido	Media	Muy buena	Rosácea

**La fruta**

Tamaño	Forma	Color de fondo	Sobre color
Mediano a grande	Redondeada, sutura superficial	Blanco crema	95% rojo rosado atractivo
Color de la pulpa		Sabor	Carozo
Blanco crema		Muy bueno	Mediano, globuloso, libre de la pulpa

**Valoración general**

Interesante por fecha de cosecha, ya que no hay ningún nectarino de pulpa blanca con esa fecha. Es prisco (carozo libre de la pulpa), tiene buena firmeza, atractividad y sabor muy dulce, sin acidez aún en fruto firme. No presenta rajado ("cracking"). Tiene buen comportamiento ante Bacteriosis y Monilia. Se instaló un módulo comercial de observación en invierno 2016.

INIA 04.01-14

**Selección de ciruelo japonés de estación**

**Origen:** F1 (Leticia polinización libre)

**Floración y cosecha:** INIA Las Brujas

Plena flor	Cosecha
28 de agosto	15 al 25 de enero (+ 20 días Santa Rosa)



**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Longitud de rindillas	Cantidad de yemas de flor
Alto	Alta	Semi-extendido	Largas y gruesas	Muy buena

**La fruta**

Tamaño	Forma	Color de fondo	Piel y Sobre color
Grande, pedúnculo largo y grueso	Redondo-ovada	Amarillo	Superficie ligeramente irregular, bien cubierta de pruina. 95% rojo carmín
Color de la pulpa		Sabor	Carozo
Amarilla, con evolución centripeta a rojo a medida que avanza la maduración		Dulce agradable, débilmente acidulado	Semiadherido, mediano, alargado

**Valoración general**

Presenta buenas condiciones para posicionarse en el mercado fresco, cosecha 20 días luego de Santa Rosa, con frutos de muy buena atractividad y firmes. Sus polinizadoras son: 'Santa Rosa', 'Fortune' y 'American First'. Es una planta de alto vigor, por lo cual hay que manejar con cuidado la fertilización nitrogenada y evitar podas muy severas, sobre todo invernales, que provocan sensibilidad al ataque de bacteriosis. Al momento de la instalación del monte se recomienda tener cortinas rompevientos, para evitar problemas con las enfermedades. Se instaló un módulo de validación comercial en 2012 que viene dando buenos resultados y logrando buena aceptación por parte de los productores.

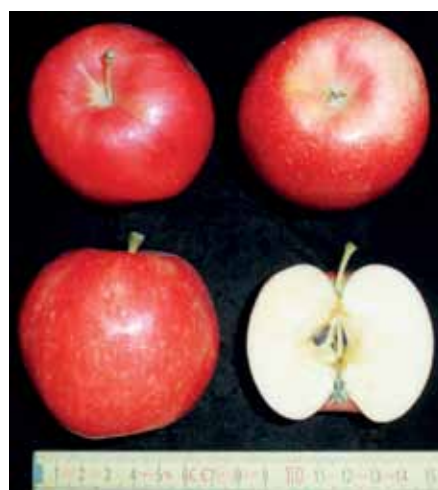
Monalisa®

**Cultivar de manzana temprana**

**Origen:** Gala x Malus 4, obtenida por Dr. Anisio Pedro Camilo y Dr. Frederico Denardi, en la estación Experimental de EPAGRI-Caçador Santa Catarina, Brasil. Patente N°: US PP23,003 P2, 4 de setiembre 2012.

**Floración y cosecha**

Plena flor	Cosecha
28 de setiembre	23 de enero al 2 de febrero





**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Tipo de fructificación ( <i>Lespinasse</i> )	Cantidad de yemas de flor
Medio a alto	Buena a muy buena	Extendido	Tipo III (puntas de brindilla del año)	Buena a muy buena

**La fruta**

Tamaño	Forma	Color de fondo	Sobre color
Grande	Redondo oblonga	Blanco crema	80-100% rojo rosado vivo, liso, muy atractivo
Color de la pulpa y firmeza		Sabor y textura	
Blanco crema y muy firme		Dulce, muy agradable; crocante	

**Valoración general**

Características de planta similares al grupo Gala, el fruto se diferencia de los restantes clones de Gala por presentar un sobre color rojo liso muy atractivo. Se destaca también la firmeza del fruto y el sabor. Es resistente a sarna (*Venturia inaequalis*), lo que se confirmó en campo en nuestras condiciones. En su lugar de origen está reportada como resistente a mancha foliar (*Colletotrichum gloeosporioides*), podredumbre amarga (*Glomerella cingulata*), tolerante a mildew (*Podosphaera leucotricha*) y resistente a arañuela roja (*Panonychus ulmi*).

**Williams (Clon INIA N°13)**

**Origen:** Selección clonal a partir de materiales de "Williams" colectados en plantaciones comerciales por presentar mejor calidad de fruta. Ensayo instalado en 2007.

**Floración y cosecha:** INIA Las Brujas

Plena flor	Cosecha
2 de octubre	23 de enero al 1 de febrero

**La planta**

Vigor	Productividad	Hábito	Ramas	Cantidad de yemas de flor
Medio a alto	Buena	Extendido	Con entrenudos más bien cortos y de grosor medio	Buena a muy buena

**La fruta**

Tamaño	Forma	Sobre color
Grande	Oblongo-obtuso-piriforme	100% amarillo, con lenticelas poco visibles, claras
Color de la pulpa y firmeza		Sabor y textura
Blanco y firme		Dulce, equilibrada, agradable, mantecosa

**Valoración general**

Se presenta como un material promisorio. Siendo un clon que tiene mejor forma y calidad de piel que otros orígenes, ejemplo 'Williams Bon Chretien' BM/153. Tiene lenticelas menos notorias. Presenta un estatus sanitario libre de ACLSV (Apple chlorotic leaf spot virus), y ApMV (Apple mosaic virus). Las restantes características son muy similares a la variedad Williams.



# INIA 'LB04' NUEVO CULTIVAR DE CEBOLLA ROJA DE DÍA INTERMEDIO PARA LA ZONA SUR

Rodríguez, G.; Vicente, C. E.;  
Vilaró, F.; Reggio, A.; Ibañez, F.

Programa Nacional de Producción Hortícola

## ANTECEDENTES

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las cuatro hortalizas principales del Uruguay considerando la superficie ocupada, el número de productores y su valor bruto de producción.

El cultivo en la zona sur ocupa anualmente en promedio unas 1100 hectáreas, es realizado por 627 productores, que obtienen unas 22.000 toneladas, con un rendimiento promedio de 21 toneladas/ha (Encuesta Hortícola Sur, DIEA, 2013). Su producción es destinada principalmente al abastecimiento del mercado interno y, ocasionalmente, se ha exportado a países de la región y al mercado europeo.

Si bien la oferta predominante es de bulbos de cáscaras amarillas o marrones, existe un espacio comercial para cebollas de catáfilas rojas. Este tipo de cebollas representa aproximadamente el 10 % de la producción de Uruguay, siendo consumido el bulbo seco o como

verdeo (CAMM, 2014). El mercado es abastecido a partir de fines de noviembre desde la zona sur, principal zona de producción. Se constata un incremento en la utilización de este tipo de cebollas durante los meses estivales, asociado al turismo y también por nuevas preparaciones culinarias de tipo gourmet. La oferta de cebollas rojas está compuesta por la variedad 'Naqué' liberada por INIA en 2009, por poblaciones locales y variedades extranjeras poco adaptadas a nuestras condiciones.

Cada año se constata a nivel de mercado el ingreso de cebollas rojas con un alto grado de desuniformidad en cuanto a tamaño, cobertura de catáfilas y cierre de cuello, de pobre calidad comercial, principalmente asociado a la utilización de variedades importadas, poco adaptadas a las condiciones locales de producción. A su vez, se verifica una disminución en la calidad y en la oferta de cebollas rojas hacia fines del otoño-invierno, debido principalmente a la finalización del período de conservación de las variedades utilizadas.



Esporádicamente se registran algunos ingresos de producto importado en pequeños volúmenes.

El programa nacional de mejoramiento genético de INIA ha desarrollado cultivares de cebolla adaptados a las condiciones de producción de nuestro país a partir del germoplasma local y extranjero, con un alto nivel de adopción por parte del sector productivo. Se ha hecho énfasis en la resistencia a enfermedades y plagas y el uso para diversos destinos comerciales. También se ha impulsado la producción de semilla certificada de las variedades liberadas.

En este caso se ha desarrollado un nuevo cultivar de cebolla de día intermedio-largo denominado 'LB04', que se destaca por su muy buena calidad comercial y conservación prolongada en condiciones naturales de almacenamiento.

### ORIGEN DEL CULTIVAR

La variedad fue obtenida a partir del cruzamiento realizado en 2005 entre la variedad 'Naqué' y el híbrido comercial 'Rojo Duro'. Se trabajó durante tres ciclos de selección masal estratificada y, posteriormente, se continuó con la selección entre y dentro de familias de medios hermanos durante dos ciclos de selección.

### CARACTERÍSTICAS DEL BULBO

Produce bulbos firmes, de color rojo púrpura intenso, de tamaño medio a grande (150-200 g), uniformes y de centro simple, con baja presencia de bulbos dobles, predominantemente de forma trompo esférica. Presenta un buen número de catáfilas externas y retención de las mismas luego del curado. El potencial de conservación es muy bueno (5-7 meses), presentando un mejor cierre del cuello del bulbo en comparación a las variedades disponibles.

### CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA

La planta presenta desarrollo vegetativo medio a vigoroso, con hábito semi-erecto y follaje color verde oscuro intenso, de menor serosidad que 'Naqué'. La resistencia a floración prematura es alta.

### SANIDAD

La resistencia a enfermedades foliares como *Botrytis* y *Peronospora* es intermedia. Presenta menor incidencia de daño por Trips de la cebolla (*Thrips tabaco*) en conservación.

### RECOMENDACIONES DE USO

El cultivar de cebolla 'LB04' cuenta con potencial para complementar a 'Naqué' en el esquema productivo de la zona sur, siendo su fecha de cosecha veinte días posterior. Su destacada calidad comercial permite ampliar la oferta de cebollas rojas actualmente disponibles en función de su mayor conservación. Mejora la calidad visual en base a una mayor retención de catáfilas en comparación a 'Naqué' y las demás variedades que hoy se cultivan.

Se recomienda la siembra en almácigo a partir de principios de mayo hasta fines de junio, trasplantes a partir de setiembre-octubre y se cosecha a fines de diciembre. Dado su ciclo productivo, es recomendable contar con riegos complementarios que aseguren un buen desarrollo del bulbo. Su potencial productivo se encuentra cercano a las 30 toneladas. Al presentar un mayor número de catáfilas envolventes proporciona ventajas para la cosecha mecanizada y en el manejo posterior en poscosecha.

### ESTATUS VARIETAL

Cultivar en proceso de registro y protección. Bajo licencia de multiplicación y comercialización.





# DIAPHORINA CITRI, UNA GRAN AMENAZA PARA LA CITRICULTURA EN URUGUAY

Ing. Agr. (MSc) José Buenahora<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. Virginia Pereira das Neves<sup>1</sup>,  
Verónica Galván<sup>1</sup>, Abel Rodríguez<sup>1</sup>,  
Qca. María Eugenia Amorós<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción Citrícola  
<sup>2</sup> Facultad de Química, Udelar

## INTRODUCCIÓN

El Huanglongbing (HLB), actualmente la enfermedad más destructiva de los cítricos en el mundo, es causada por las bacterias asociadas al floema, *Candidatus Liberibacter* spp. La evolución de los síntomas puede ser muy rápida, disminuyendo la producción y la calidad de la fruta, además de provocar la muerte de los árboles afectados en un período de cinco a ocho años.

Aunque este problema sanitario no ha sido detectado hasta el momento en Uruguay, el psílido asiático *Diaphorina citri*, uno de los insectos vectores de las bacterias asociadas al HLB, sí está presente.

La presencia de la enfermedad en la región y del psílido en el país representa una severa amenaza para la citricultura de Uruguay



Figura 1 - Adultos de *Diaphorina citri*.

### DIAPHORINA CITRI, INSECTO VECTOR DE LA ENFERMEDAD

Los adultos de *D. citri* son insectos pequeños y generalmente poco activos, de aproximadamente 3 a 4 mm de largo. Presentan el cuerpo de color marrón moteado cubierto de secreciones cerosas y los machos son algo más pequeños que las hembras. En bajas poblaciones es difícil su detección en las plantas. Generalmente se encuentran en el envés de las hojas y cuando son perturbados pueden saltar o volar cortas distancias. Se posan en las plantas formando un ángulo de 45° con su cabeza próxima a la superficie (Figura 1). Se alimentan sobre tallos tiernos y hojas en todos sus estados de desarrollo.

Las hembras oviponen solamente en brotes tiernos. Los huevos son alargados, ovalados, de 0,3 mm de longitud y 0,14 mm de ancho. Recién puestos tienen una coloración amarilla y próximo a la eclosión se tornan anaranjados (Figura 2 a). *D. citri* presenta 5 estadios ninfales (Figuras 2 b, c, d, e, f) y su tamaño varía de 0,25 mm a 1,5 mm desde el primer al quinto instar. En general, las ninfas son sedentarias aunque pueden moverse si son perturbadas.

Las ninfas se alimentan de la savia del floema de hojas tiernas y pecíolos, aunque también pueden hacerlo de tallos que aún no se han endurecido. Excretan sustancias azucaradas y cerosas en forma de pellets blancos (Figura 3) cuya deposición induce la formación de fumagina.

Los adultos son débiles voladores y a largas distancias su dispersión es mediante el viento o el hombre. Se ha reportado que psílidos en vuelo pueden ser transportados por el viento a distancias de entre 0,5 y 1 km, dependiendo de la velocidad y duración del mismo. Por otro lado, material vegetal con huevos o ninfas puede pasar desapercibido, siendo esta otra forma de dispersión de la plaga.

Las poblaciones están influenciadas por la disponibilidad de brotes, las condiciones de temperatura y humedad del ambiente.

En los períodos de escasez de brotes, los adultos pueden permanecer en la copa de los árboles alimentándose en las hojas maduras o pueden migrar a nuevas áreas que presenten brotes disponibles.

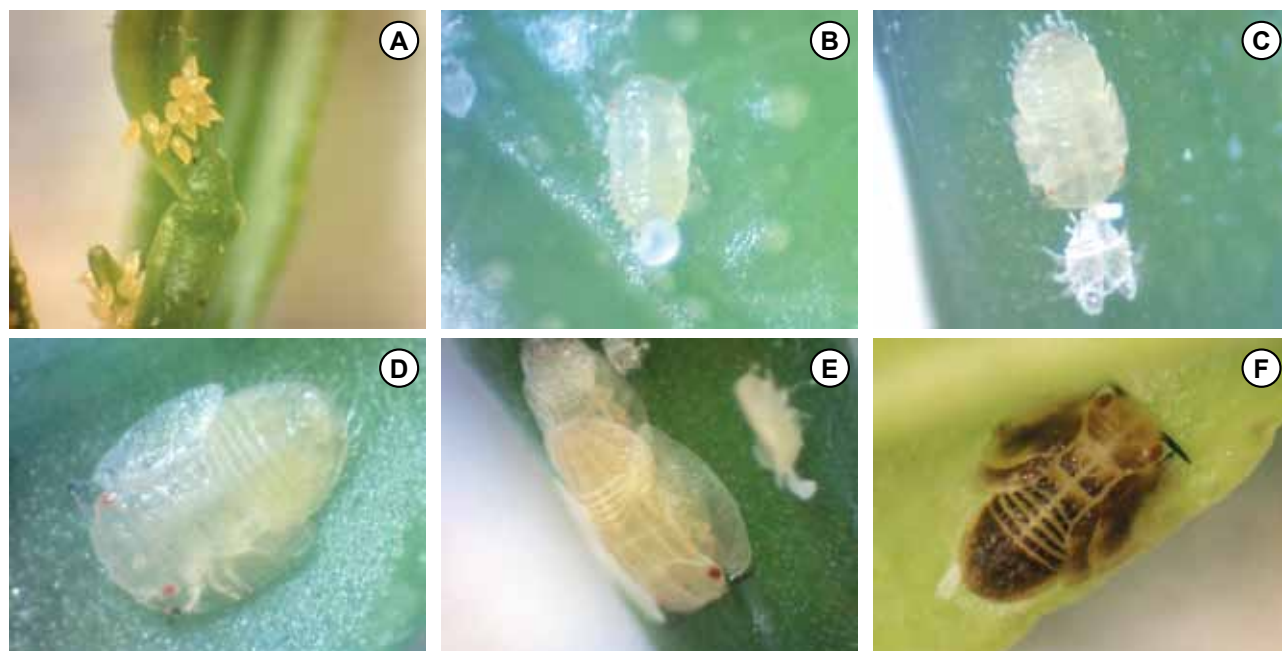


Figura 2 - Estadios de *Diaphorina citri*: A) huevos, B) ninfa 1, C) ninfa 2, D) ninfa 3, E) ninfa 4, F) ninfa 5.



**Figura 3** - Excreciones de las ninfas de *D. citri*.

Las poblaciones están influenciadas por la disponibilidad de brotes, las condiciones de temperatura y humedad del ambiente.

En los períodos de escasez de brotes, los adultos pueden permanecer en la copa de los árboles alimentándose en las hojas maduras o pueden migrar a nuevas áreas que presenten brotes disponibles.

### **CONTROL DE DIAPHORINA CITRI**

Al ser el HLB una enfermedad de muy difícil detección en los estadios tempranos de infección, sumado a la rápida diseminación, los esfuerzos alrededor del mundo se han concentrado en el control de las poblaciones de *D. citri*. Dado que este insecto presenta estrecha asociación con los tejidos en crecimiento y tiene un corto y prolífico ciclo biológico, su erradicación total en una región es prácticamente inalcanzable, por lo que las poblaciones deben ser mantenidas tan bajas como sea posible.

El control de la enfermedad a nivel mundial se sostiene en tres componentes: utilización de plantas sanas, erradicación de plantas infectadas y el monitoreo y control de las poblaciones del vector.

*D. citri* es un insecto de difícil control y no se debe descartar ninguna medida de acción para reducir sus poblaciones, sin embargo cualquiera que se emplee no debería afectar el medio ambiente, el complejo de enemigos naturales, ni generar un incremento en el nivel de residuos de las frutas para un país con un perfil predominantemente exportador como Uruguay.

El control de *D. citri* debe estar enmarcado necesariamente en un programa de manejo integrado de plagas basado en el monitoreo de las poblaciones, aplicaciones de pesticidas selectivos y el mantenimiento de la efectividad de enemigos naturales.

El emprender un plan de control de las poblaciones del vector nos permite estar en una posición ventajosa ante el eventual ingreso del HLB al Uruguay, contribuyendo a la reducción de su tasa epidemiológica.

### **MONITOREO DE POBLACIONES**

La utilización de trampas amarillas con adherente es una de las técnicas de muestreo más empleada en distintas regiones del mundo para detectar la presencia de adultos del psílido (Figura 4). Generalmente las trampas se ubican a 1,5 m del suelo y hacia los bordes de la copa, próximas a los brotes. Si bien esta técnica es eficiente para evidenciar la presencia de adultos, es pobre como estimador de la densidad poblacional debido a la incidencia de distintos factores (luminosidad, temperatura del aire, viento y lluvia) que interfieren en el nivel de captura.



**Figura 4** - Trampa amarilla.



Figura 5 - Golpeo de ramas.

La inspección visual de ramas tomadas al azar es otro método que puede detectar la presencia de adultos. Además, en los momentos de brotación, es más eficiente y posibilita la detección de todos los estados de *D. citri*. El “método de golpeo” es otra técnica fácil de realizar y permite una buena detección de los psílicos en los períodos sin brotación, como en invierno (Figura 5). Además, provee información sobre la presencia y la densidad relativa de adultos en una sola visita al campo, constituyendo esto una ventaja frente al uso de trampas amarillas.

Finalmente, para determinar la presencia y la densidad de los estados inmaduros, el método que se ha aplicado es el muestreo de brotes y el conteo de los diferentes estadios de desarrollo con lupa binocular en laboratorio. Aunque es un método eficiente, demanda mucho tiempo cuando las poblaciones son altas. Con este tipo de muestreo se puede determinar la estructura de edades de la población y evaluar factores de mortalidad, como lo son la presencia de parasitoides.

## CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es una herramienta prioritaria en el manejo integrado de plagas. *Tamarixia radiata* (Watson, 1922) (*Hymenoptera: Eulophidae*) es un ectoparasitoide específico de *D. citri* que ha sido utilizado en programas de control biológico clásico, reduciendo de forma significativa las poblaciones del psílido en diferentes regiones del mundo (Figura 6). Si bien en los cítricos de Uruguay fue reportado a fines de la década del 2000, se lo detecta en forma errática y en bajas densidades. Sin embargo, en muchas regiones cítricas del mundo, al igual que en nuestro país, es un controlador que está siendo incorporado con muchas expectativas al manejo integrado de la plaga.

## CONTROL QUÍMICO

El uso del control químico intentando erradicar las poblaciones de *D. citri* ha llevado al incremento tanto del uso de insecticidas como del número de aplicaciones (de 1 a 21 aplicaciones al año), con costos anuales que pueden variar entre 240 y 1000 U\$S/ha, dependiendo del insecticida, frecuencia y método de aplicación. El uso masivo de insecticidas de amplio espectro resulta insostenible a largo plazo debido al desarrollo de resistencia de la plaga y consecuencias negativas para el medio ambiente y los enemigos naturales, por lo que no resulta una alternativa viable para las condiciones cítricas del Uruguay.

Dado que el control químico sigue siendo un pilar en el manejo fitosanitario, resulta fundamental la selección de productos a incluir en un manejo integrado de *D. citri*. Aceites de soja y aceites minerales han resultado eficientes controladores de ninfas, además de ser repelentes y reductores de la alimentación de adultos. A su vez, la aplicación conjunta de aceites y coadyuvantes tensoactivos (surfactantes siliconados) permite generar una emulsión agua-aceite con tamaño de gota más fina, permitiendo una cobertura más uniforme de las superficies, lo que mejora significativamente la eficiencia de la aplicación.



Figura 6 - *Tamarixia radiata*, adulto, pupa y orificio de emergencia en hospedero parasitado.

Los aceites resultan una herramienta interesante para un manejo integrado de *D. citri* brindando un control integral a corto plazo, con baja acción residual. Además, presentan un bajo impacto para insectos benéficos, sin riesgo de generación de resistencia de la plaga y sin dejar residuos en fruta.

Otros productos como Abamectina, Spirotetramat y Aceites de Neem también mostraron buenos resultados como alternativas aplicables para la rotación de productos.

En particular Spirotetramat resulta una buena alternativa a más largo plazo, ya que por su acción sistémica requiere determinado tiempo para su correcta distribución dentro de la planta y acción sobre el insecto. A su vez, tiene un interesante poder residual, permitiendo un control a más largo plazo que los demás productos que actúan por contacto.

Como se ha mencionado, el objetivo de los programas de manejo de *D. citri* debe ser reducir las poblaciones del psílido en las quintas comerciales, ajustando el número de aplicaciones de pesticidas para no aumentar los costos, el impacto negativo en los enemigos naturales y los residuos en fruta. La selección del producto y el momento de aplicación es fundamental, y debe basarse en el monitoreo de poblaciones, tanto de *D. citri* como de otras plagas que pueden ser atacadas en

simultáneo (y de enemigos naturales), así como de la presencia de brotación tierna. La sincronización de aplicaciones para atacar distintas especies y reducir así el número de tratamientos es una estrategia relevante en el contexto del manejo integrado de plagas.

## ACTIVIDADES DE CAMPO

Desde el año 2014 se vienen realizando diferentes jornadas de difusión y capacitación en la Estación Experimental INIA Salto Grande y predios en el área citrícola de influencia para el reconocimiento, monitoreo y control de *Diaphorina citri*. Cada año se incorporan nuevos avances.

El HLB ha sido devastador para la industria citrícola a nivel mundial, con la destrucción de aproximadamente 100 millones de árboles de cítricos en 40 países, poniendo bajo amenaza la sostenibilidad de la industria citrícola. En este contexto, Uruguay se encuentra hasta el momento en una situación excepcional, que debe ser tomada como una oportunidad para desarrollar y poner en práctica rápidamente estrategias de control, en el marco de una citricultura sostenible, respetuosa con los enemigos naturales y el medio ambiente.



Figura 7 - Jornadas de campo en predios de producción.





# ¿PRODUCCIÓN DE ETANOL Y DERIVADOS A PARTIR DE RESIDUOS FORESTALES: ES POSIBLE EN URUGUAY?

Ing. For. (PhD) Roberto Scoz<sup>1</sup>  
 Lic. (Dr) Leonidas Carrasco<sup>2</sup>  
 Ing. Agr. (PhD) Cecilia Rachid<sup>1</sup>  
 Ing. Agr. (MSc) Fernando Resquin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción Forestal

<sup>2</sup>Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

En el desarrollo de una tecnología existen diferentes grados, los cuales se califican como niveles de disponibilidad tecnológica o TRL (del inglés, *Technology Readiness Levels*) que estiman la madurez tecnológica de un proceso.

Donde un nivel 1 corresponde a investigación tecnológica básica y el nivel 9 a lanzamiento de plantas piloto. Los niveles intermedios describen alcances del tipo investigaciones para prueba de factibilidad, desarrollo tecnológico, demostración tecnológica, etc. Esta herramienta se ha incorporado en muchos organismos que gestionan planes de desarrollo, como es el caso del Programa Horizonte2020 de la Unión Europea.

En el marco descripto, el Programa Forestal en INIA ha acopiado diferentes avances para el desarrollo de una tecnología de dendroenergía adecuada a las características de la biomasa forestal lignocelulósica disponible. Este objetivo se ha tratado de alcanzar a través de la colaboración y desarrollo de diferentes proyectos desde el 2008, como se resume en el Cuadro 1.

A este esfuerzo, actualmente se suma la colaboración en un segundo proyecto internacional orientado a un nivel TRL5 – demostración tecnológica – denominado “Nuevas tecnologías y estrategias para la implementación sostenible y de gran escala de biocombustibles de segunda generación en zonas rurales” (BABET-REAL5).

**Cuadro 1** - Antecedentes históricos de la investigación en dendroenergía en INIA

Año	Hito
2015	• Proyecto “Nuevas tecnologías y estrategias para la implementación sostenible y de gran escala de biocombustibles de segunda generación en zonas rurales” (BABET-REAL5)
2013	• Proyecto PROBIO (DINAMA) - INIA evalúa la fase primaria en la cadena de producción de energía a partir de biomasa. Esta colaboración promovió el surgimiento del proyecto complementario: - Proyecto INIA “Evaluación de disponibilidad y características de biomasa forestal, proveniente de residuos de cosecha y raleo, en eucaliptus y pinos”. (Rev. INIA 24, 2011)
2012	• Proyecto INIA “Evaluación de la sostenibilidad de cadenas agroindustriales potenciales para la producción de agroenergía”, financiado por el Departamento de Agricultura de EE.UU. Permitió avances en: - evaluación de la rentabilidad energética (energía producida/energía invertida > 2) para cadenas agropecuarias. - se evaluaron las cadenas agropecuarias de sorgo en grano, sorgo dulce, boniato para la producción de etanol y Eucalyptus para generar energía termoeléctrica (TRL3) (Rev. INIA 32, 2013 y 41, 2015)
2011	• Proyecto INIA “Evaluación productiva y ambiental de plantaciones forestales para la generación de bioenergía”, financiado por el Fondo Sectorial de Energía (ANII). Permitió avances en: Producción de biomasa para dendroenergía (TRL3) Desarrollo y caracterización de procesos de conversión de la biomasa y sus aptitudes para procesos industriales (TRL 1-2). (Rev. INIA 36, 2014 y 41, 2015)
2009	• Proyecto BABETHANOL, financiado por la Unión Europea y propuesto por el Institut National Polytechnique de Toulouse (Francia): 4,3 millones de Euros; 5 socios o instituciones de investigación provenientes; 11 países. Sus objetivos fueron: - procesos de transformación de materiales lignocelulósicos para la producción de etanol de segunda generación (TRL3) - cartografía y cuantificación de las materias primas para estos procesos - desarrollos factibles en ámbitos rurales a escala local o regional cercana. (Rev. INIA 24, 2011)

**LIMITANTES TECNOLÓGICAS QUE SE DEBEN RESOLVER PARA TRANSFORMAR BIOMASA FORESTAL EN COMBUSTIBLE**

Los materiales lignocelulósicos son el principal componente de las paredes celulares de las plantas. En distintas especies su acumulación varía y cuando esa especie se cultiva a gran escala, dicho material adquiere un interés desde el punto de vista de su industrialización. En términos prácticos esto significa que aunque todas las biomásas son incinerables, no en todos los casos es rentable, en energía o en costos. Este desafío es aún mayor cuando se trata de la generación de alcohol desde la madera. Por esto, la separación de las cadenas de azúcares por procesos químicos-mecánicos (pretratamiento, hidrólisis enzimática, etc.) para obtener azúcares fermentables, aún es un desarrollo tecnológico que debe adaptarse a la especie forestal y sus características.

Lo que en esta descripción se expresa en forma simple, no es tan fácil de implementar en una instalación industrial, ya que demanda articular dos desarrollos tecnológicos: cultivos para dendroenergía y procesos para transformar esa biomasa en combustible. En ellos, la viabilidad global de la producción debe, al menos, lograr una rentabilidad energética positiva. Como se muestra en el Cuadro 1, los mayores avances tecnoló-

gicos de INIA en este campo han sido la evaluación de las estrategias para la producción de la biomasa.

Así la biomasa lignocelulósica forestal nacional se posiciona como un biocombustible de segunda generación al no competir por suelos agrícolas. Sin embargo, transformar esta biomasa lignocelulósica (residuos o subproductos del cultivo o cultivos para dendroenergía) aún demanda el desarrollo de una tecnología adecuada para su transformación en un combustible líquido. Dicha tecnología e ingeniería no se encuentran disponibles aún en el país.

**LOS APORTES DE BABET-REAL5 A URUGUAY**

BABET-REAL5 ([www.babet-real5.eu](http://www.babet-real5.eu)) tiene por objetivo desarrollar una solución alternativa para la producción de etanol de segunda generación, basado en una escala industrial menor a las habituales (en su mayoría para combustibles de primera generación). Se busca con esto que las plantas sean aplicables y viables en un amplio espectro de regiones y materias primas, pudiendo simplemente multiplicar los módulos si las condiciones de producción lo exigen. Este desarrollo tecnológico se centra en la optimización de un proceso termomecánico de extrusión, combinado con enzimas, que actúan sobre la biomasa (en forma de pasta, a gran



**Figura 1** - Extrusor para optimización de procesos en el laboratorio del Institut National des Sciences Appliquées (Toulouse, Francia).

temperatura y presión) catalizando la conversión de los azúcares en alcohol y otros co-productos como biogás y fertilizantes con un uso mínimo de agua.

Esto tiene varios desafíos: lograr optimizar el cerno del proceso industrial, cuantificar en tiempo y espacio la disponibilidad de biomasa a utilizar en cada región y evaluar la sustentabilidad de la unidad de producción. A todo esto se le suma el estudio de la viabilidad económica, ya que el producto final al que se quiere llegar es el de proyecto de planta de bioetanol para cada estudio de caso elegido.

La ejecución y responsabilidad del proyecto recae sobre instituciones de Europa y América Latina quienes bajo el liderazgo del INPT concursaron en la convocatoria Horizon 2020 de la Unión Europea obteniendo la aprobación de 5,5 millones de Euros para la propuesta. El consorcio está constituido por profesionales e investigadores de UNAM, Centro María Molina de México, INTA Argentina, INIA Uruguay, URCA, INSA, INPT, Solagro, Arterris, Ovalie Innovation, APYGEC, Maguin de Francia, CIEMAT de España, LNEG de Portugal y WIP de Alemania. La riqueza de este equipo radica no solo en la variedad de ramas de la investigación que participan, sino también en el tipo de instituciones entre las cuales están incluidas, por ejemplo, cooperativas agrarias.

El rol de INIA en el proyecto, a través de su Programa Forestal, es realizar el relevamiento de los recursos en biomasa y el análisis económico y ambiental para Uruguay. El trabajo de cada país no es un trabajo estanco, sino que se organiza en paquetes en los que participan otros socios. En ese sentido hay componentes más regionales donde cada participante de cada país tiene mucho por investigar y definir, y componentes más transversales donde instituciones especializadas temáticamente encauzan cada estudio de caso o cada región en forma sistemática.

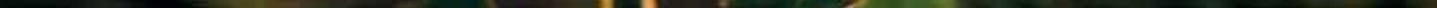
A la fecha ya disponemos de un sistema de información geográfico y la correspondiente base de datos que incluye la posición, la superficie y la edad de las plantaciones de *Eucalyptus* spp. de Tacuarembó y Rivera (región foco del trabajo en Uruguay), cuyo fin productivo es la madera sólida. Sobre este sistema, basado en datos de la Dirección General Forestal y ajustado al objetivo del proyecto, se están desarrollando modelos para estimación de residuos forestales y aplicando coeficientes de cálculo a plantaciones en edad de raleo y/o cosecha final.

En próximas etapas se harán las pruebas de laboratorio con las muestras de biomasa que se envíen a Francia para medir el rendimiento de la producción de etanol y co-productos del proceso. En paralelo, comenzaremos en colaboración con el Centro Universitario de Tacuarembó a analizar los aspectos económicos de todo el proceso, así como aspectos ambientales, abarcando desde la extracción de nutrientes hasta las operaciones de cosecha.

La experiencia adquirida en 7 años de trabajo en los proyectos descriptos anteriormente ha generado una base sólida, no solo de información en los temas de referencia, sino de vinculación y cooperación internacional. La participación de un consorcio internacional en este marco no es casual; le otorga reconocimiento y visibilidad a las capacidades de nuestro país, pero más aún, dan paso a conocer de primera mano el quehacer de los otros socios. Esto es parte de la política de internacionalización que persigue INIA, ya que a través del espacio ganado en este tipo de escenarios es donde se crece puertas afuera de Uruguay.

## COMENTARIOS FINALES

Finalmente, se puede decir que Uruguay hoy posee una biomasa forestal (residuos y/o cultivos) de interés para producir un biocombustible de segunda generación con una tecnología de vanguardia de la Unión Europea. Evaluación que, sin duda, implicará profundizar en los aspectos económicos y ambientales de este tipo de procesos productivos para el país y fortalecer el trabajo multi- e inter-disciplinario que se ha iniciado con diferentes organismos nacionales (ANII, ANCAP, DGF, DINAMA, LATU, productores forestales, SPF, UdelaR y UPM) en estos temas.



# RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

## Un enfoque interinstitucional para incrementar las capacidades de investigación en mejoramiento de soja

La investigación e innovación en biotecnología resulta de suma importancia para el sector agropecuario en Uruguay. En particular en el caso de la soja, que ha crecido hasta convertirse en el principal cultivo del país, con más de un millón de hectáreas (ha), y el que utiliza prácticamente en su totalidad semillas que incluyen el uso de técnicas moleculares en el proceso de mejoramiento.

El mercado de semillas de soja en Uruguay se encuentra concentrado en algunas pocas firmas comerciales de gran porte. No obstante, es relevante para países cuya agricultura depende en gran medida de estos materiales, disponer de capacidades que le permitan formar parte del proceso, generando alianzas para me-

jorar la adaptación de los materiales genéticos a las condiciones de la región, desarrollando herramientas de evaluación e identificación, y otras que mejoren el posicionamiento del país.

En Uruguay, la productividad física (kg/ha) del cultivo de soja se sitúa, en promedio para el período 2003-2013, en el entorno de los 2000 kg/ha, esto es al menos 600 kg/ha (casi 30 %) por debajo del promedio de productividad de países como Argentina, Brasil y EEUU. A su vez, esa productividad en Uruguay presenta una alta variación interanual, asociada en gran medida a carencias en la disponibilidad de agua para el cultivo, seguido por aspectos de manejo, nutricionales y sanitarios.



Esta productividad, baja y variable, representa una amenaza para la competitividad del cultivo en un escenario probable de costos crecientes y precios estabilizándose en niveles menores a los de las últimas zafas. En el futuro cercano se espera que un mayor impacto de las enfermedades de hoja y raíz puedan afectar el rendimiento, considerando la importante área del cultivo y la frecuencia de soja en la rotación. Respecto a la disponibilidad de agua, un escenario frecuente es la ocurrencia de situaciones de estrés por falta de agua para el cultivo durante el periodo crítico, situaciones además que resultan de muy baja predictibilidad. La implementación de riego es una de las posibles soluciones, pero en cualquier caso se limitará a una proporción minoritaria del área de cultivo.

De esa forma, el mejoramiento genético mediante el desarrollo de material tolerante al tipo de sequía que se da regularmente en Uruguay, y la mejora del comportamiento frente a la presencia creciente de enfermedades del cultivo, representan una importante oportunidad para el país. En ese sentido, el aumento de las capacidades locales para comprender las variables claves de competitividad de la agricultura y de incidir en ellas con métodos eficientes, constituye un aporte relevante.

Los centros de investigación en biotecnología existentes en el país no llegan a nuclear una masa crítica de investigadores e infraestructura de alto nivel en biotecnología agrícola, con capacidad de investigar, anticiparse a nuevos desafíos e interactuar con el sector privado en la búsqueda de soluciones adaptadas a sus condiciones específicas.

La producción científica y su aplicación en las áreas privilegiadas tienen requerimientos importantes, asimilables a "costos fijos", lo que determina tamaños mínimos elevados para poder incorporarlos. Entre estos factores se encuentran: (i) disponibilidad de recursos humanos de excelencia en las áreas requeridas; (ii) equipos e instalaciones de alto valor y especificidad; (iii) presencia y cobertura de temas que permitan relacionarse e interactuar con centros de excelencia y (iv) trayectoria en áreas que facilite la interacción con el sector privado líder, del país y del extranjero.

Por otro lado, los vertiginosos avances generados en el conocimiento biológico (capacidad para leer e interpretar genomas completos de organismos, de transferir genes en forma precisa y de medir las respuestas de las plantas o fenómica) están revolucionando las oportunidades para aprovecharlos en procesos productivos incorporando valor y desarrollando sectores intensivos en conocimiento que complementan y potencian al sector agroalimentario del país.

En este contexto, y entendiendo que el mejoramiento genético mediante el desarrollo de tolerancia a sequía y la mejora del comportamiento frente a enfermedades representan una importante oportunidad para el país, surge en febrero de 2016 la Red Nacional de Biotecnología Agrícola (RNBA). La RNBA en forma de red o consorcio de integración público-privada, permitirá interactuar de forma más igualitaria tanto con actores y centros de la región y el mundo, como también con actores privados transnacionales que tienen un papel relevante en el sector biotecnológico agrícola. El aumento de las capacidades locales para comprender las variables claves de competitividad de la agricultura, y de incidir en ellas con métodos eficientes, constituye un aporte relevante.

El objetivo general de la RNBA es contribuir al incremento de la productividad y adaptabilidad del cultivo de soja, mediante la mejora de la tolerancia a estrés abiótico (énfasis en sequía-calor) y biótico (énfasis en cancro de tallo) y a dejar instalada una capacidad local básica para aplicar herramientas biotecnológicas en forma integral a los programas de mejoramiento del cultivo.

Por otro lado, la RNBA tiene como objetivos específicos:

- i) Poner operativa una plataforma de transformación genética identificando genes asociados a tolerancia a sequía e incorporando tecnologías de edición genómica
- ii) Poner operativa una plataforma de fenotipado de precisión (estrés biótico y abiótico) que permita encontrar variables bioquímicas y fisiológicas asociadas a la respuesta a estos estreses
- iii) Generar un sistema de mejoramiento asistido por marcadores moleculares mediante el cual se identificarán marcadores moleculares asociados a caracteres de interés que permitan acelerar el proceso de mejoramiento genético
- iv) Generar una base de datos integrando datos de genotipado+fenotipado accesible a los integrantes de la red
- v) Consolidar capacidades básicas locales (equipamiento y recursos humanos) de última generación que permitan brindar servicios requeridos por programas de mejoramiento nacionales o internacionales.

La RNBA funcionará en base a cinco plataformas científico-tecnológicas y proyectos específicos de desarrollo, los que atravesarán transversalmente a las plataformas. Cada plataforma tendrá la función de coordinar y centralizar la información generada a través de las actividades relacionadas a los distintos proyectos específicos. A continuación, se realiza una breve reseña de cada plataforma.

## PLATAFORMA DE GENOTIPADO Y MEJORAMIENTO MOLECULAR

Esta plataforma contará con el equipamiento y las estrategias de marcadores moleculares que apoyarán actividades de: mejoramiento asistido (selección de líneas o poblaciones de mejoramiento; retro-cruzamiento asistido por marcadores, selección recurrente asistida por marcadores), evaluación de diversidad del germoplasma, distinción varietal y registro de cultivares. Está ubicada en INIA Las Brujas.

## PLATAFORMA DE TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE SOJA Y EDICIÓN GENÓMICA

Esta plataforma contará con las facilidades para transformar soja y realizar edición genómica, mantener y evaluar *in vitro* el germoplasma de soja apto para su transformación, así como de otras especies utilizadas para la evaluación funcional de genes candidatos. Contará con instalaciones para cultivo *in vitro*, un área de transformación por biolística y por *Agrobacterium tumefaciens*. Esta plataforma está ubicada en la Facultad de Ciencias.

## PLATAFORMA DE FENOTIPADO PARA SEQUÍA

La plataforma de fenotipado permitirá la evaluación precisa y reproducible de las respuestas a estrés abiótico (sequía) de plantas de soja. La infraestructura de evaluación estará diseñada con el objetivo de evaluar un número importante de genotipos en forma simultánea. Esta plataforma permitirá controlar y manipular las variables ambientales (luz, temperatura, humedad) y al mismo tiempo podrá monitorear parámetros fisiológicos a nivel de planta de forma no destructiva. Se contará con equipamiento capaz de medir en tiempo real el crecimiento de las plantas, la actividad fotosintética y el contenido hídrico (espectroradiometría, tecnología NIR, fluorimetría). Al mismo tiempo, el análisis se apoyará en técnicas de visualización en 3D de la arquitectura de la planta. Esta plataforma está ubicada en Facultad de Agronomía e INIA La Estanzuela.

## PLATAFORMA DE RESPUESTA GÉNICA A ENFERMEDADES DE LA SOJA

En esta plataforma se evaluará el progreso de las enfermedades en diferentes genotipos en condiciones controladas. Se identificarán y caracterizarán los perfiles de expresión de genes relacionados con la resistencia. Se seleccionarán genes candidatos para estudios funcionales en soja y plantas modelo y se evaluará el daño celular generado y el grado de colonización de los hongos en las diferentes plantas. Esta plataforma está ubicada en el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y la Facultad de Ciencias.



**PLATAFORMA PARA EL DESARROLLO DE POBLACIONES DE SOJA**

En esta plataforma se desarrollará germoplasma adaptado con variabilidad genética para tolerancia a estrés biótico y abiótico.

Se espera tener poblaciones con mayor tolerancia a sequía, poblaciones tolerantes a cancro y poblaciones de mapeo genético para identificación de marcadores moleculares. Esta plataforma está ubicada en INIA La Estanzuela.

Se espera que la RNBA genere impactos de largo plazo, acelerando el progreso genético en soja, por la aplicación de técnicas biotecnológicas al mejoramiento, optimizando la respuesta de los materiales a las condiciones locales, en especial al tipo de sequía frecuente en el país y en zonas asimilables de la región.

En el mediano plazo, la expectativa es que las capacidades locales se hayan fortalecido, y que el grupo de referencia sea capaz de establecer nuevos acuerdos e interactuar con instituciones científicas y empresas comerciales relevantes.

La información generada mediante las redes de ensayos instaladas, integrando información genotípica, fenotípica y ambiental accesible, además de fortalecer el proceso de mejoramiento local, podrá generar oportunidades de venta de servicios.

La integración a la RNBA de empresas relevantes del medio, así como los acuerdos que algunas de estas mantienen con firmas de peso en la generación y comercialización de material genético, y el apoyo de la Mesa Tecnológica de Oleaginosos a esta iniciativa fortalecen la orientación aplicada del trabajo. A su vez, permiten condiciones de sostenibilidad institucional y financiera, y mitigan los riesgos de mercado de los bienes y servicios a generar.

La RNBA incluye a cinco empresas (Barraca Jorge Walter Erro S.A., Cooperativa Agraria Nacional-COPAGRAN, Cooperativa Agraria Limitada de Mercedes-CALMER, FADISOL S.A. y LEBU S.R.L.), junto a la Universidad de la República (Facultad de Ciencias y Facultad de Agronomía), el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). La RNBA cuenta con financiamiento de la ANII, INIA y de las cinco empresas mencionadas.





# HERRAMIENTAS BIOTECNOLÓGICAS PARA EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DE CULTIVOS

Patricio Esteves<sup>1</sup>, Magdalena Mastropiero<sup>1</sup>, Alicia Castillo<sup>1</sup>,  
Leonardo Hernández<sup>2</sup>, Marcelo Rodríguez<sup>2</sup>, Wilmar De León<sup>2</sup>,  
Fernando Pereira<sup>2</sup>, Martín Quincke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIA Las Brujas  
<sup>2</sup>INIA La Estanzuela

## INTRODUCCIÓN

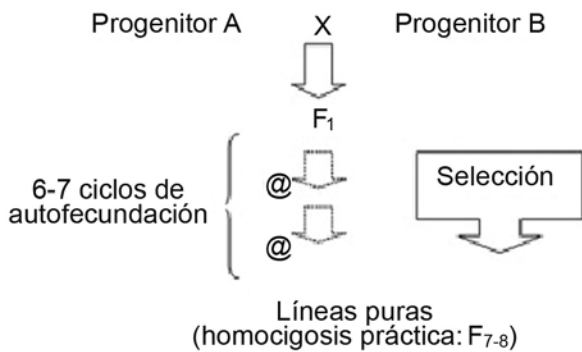
### El mejoramiento genético convencional de arroz, trigo y cebada

La creación de nuevas variedades comerciales de cultivos es una actividad de largo plazo, pueden transcurrir al menos 10 o 12 años desde que se inicia un programa de cruzamientos hasta que se libera al mercado el nuevo cultivar agrónomicamente superior a las anteriores variedades elegidas como testigos. Los objetivos de mejoramiento refieren simultáneamente a varios caracteres, por ejemplo, al rendimiento, la calidad nutricional del grano, la resistencia a determinadas enfermedades y otras características particulares que definen a cada variedad comercial.

Típicamente, un programa de mejoramiento de arroz, trigo y cebada consta de tres etapas básicas: a) se realizan cruzamientos iniciales ("F1") entre variedades elegidas como padres, porque poseen diferentes características agronómicas deseables y complementarias, b) se dejan desarrollar varias autofecundaciones sucesivas (al menos 6 u 8) de las plantas F1 para que los descendientes recombinen la información genética heredada de sus padres y que homogenicen y establezcan sus genotipos y c) se evalúan y seleccionan las líneas estabilizadas (genotipos altamente homocigotas) que presentan valor agronómico superior. El proceso se resume en la Figura 1.

En el contexto de un programa clásico, la etapa de autofecundaciones sucesivas es la que consume más





**Figura 1** - Esquema de un programa convencional de mejoramiento de trigo, compuesto típicamente por 3 etapas: cruzamientos, autofecundación, y selección (Polci *et al.*, 2014).

tiempo; además, es imprescindible ya que sólo las líneas genéticamente estabilizadas (altamente homocigotas) serán predecibles en sus características agronómicas para la producción comercial (calidad de grano, resistencia a enfermedades, potencial de rendimiento, etc.). A tal punto este aspecto es crítico, que el Instituto Nacional de Semillas (INASE) exige, por ejemplo, un grado de “pureza genética” del 98% para inscribir un nuevo cultivar de trigo.

La etapa de autofecundaciones sucesivas para estabilizar los genotipos recombinantes puede ocupar 6 o más años de trabajos a campo hasta obtener líneas que presenten un grado de homocigosis suficiente para llevarlas a ensayos de caracterización y selección. En las generaciones previas, la selección de genotipos superiores para caracteres tales como rendimiento, o calidad de grano, y otros de naturaleza cuantitativa no es eficaz. Las características fenotípicas de las plantas recombinantes con más de 95 % de homocigosis ya se consideran lo suficientemente estables como para que la expresión de sus genotipos (los fenotipos) sean reproducibles en las futuras generaciones, y es a partir de este punto que pueden comenzarse los ensayos de caracterización y selección.

### Nuevos métodos para reducir la duración de los Programas de mejoramiento

Desde hace pocos meses, en INIA se han creado y comenzaron a aplicarse nuevos métodos del área de la biotecnología para apoyar los Programas de Mejora Vegetal de Cultivos. Se trata de diferentes procedimientos que abarcan dos áreas de trabajo, aunque confluyen a un mismo objetivo, que es el de aumentar la eficiencia en el desarrollo de nuevas variedades de cultivo de cereales, por acortar los plazos y reducir los costos implicados en los programas.

El primer método combina tres técnicas: 1) el Avance Rápido de Generaciones (ARG), 2) el Cultivo de Embriones (CE) y 3) la Descendencia de Semilla Única (DSU), y se denomina “ARG+CE+DSU”. El segundo método es la producción de Plantas Haploides-duplicados (HD) tanto por Cultivo de anteras (CA) como por Cultivo de Microsporas aisladas (CMA) (Figura 2).

Ambos métodos son de gran utilidad para desarrollar Líneas Recombinantes con alto grado de homocigosis. Por ejemplo: en sólo un año, a partir de cada una de las cruces F<sub>1</sub> iniciales, el método ARG+CE+DSU brinda al menos 30 granos de cada una de 100 familias F<sub>6</sub>, lo cual permite comenzar con esos materiales los ensayos de caracterización y de evaluación a campo. Por su parte, el método de producción de HD brinda en un plazo menor a un año poblaciones de tamaño n= 30, 80 o 300 individuos que son 100 % homocigotas, que genéticamente son productos directos de la recombinación de los genes de sus padres, y que están prontos para ser evaluados en ensayos a campo.

## FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DE LOS NUEVOS MÉTODOS

### Método ARG+CE+DSU

El Avance Rápido de Generaciones, ARG, es una técnica que consiste en controlar los factores externos que influyen en el crecimiento de las plantas, como son la temperatura, la calidad e intensidad de la luz, el fotoperiodo, la nutrición y el riego con el objetivo de acortar el ciclo desde siembra a floración. Tiene un antecedente claro en el trabajo de “Speed Breeding” del Dr. Lee Hickey (Queensland University, Australia), quien con plantas de trigo cultivadas en invernáculo bajo 24 horas de luz/día,

MÉTODOS EN APLICACIÓN PARA ASISTIR EL MEJORAMIENTO CONVENCIONAL	
<p><b>1-Combinación de 3 técnicas:</b></p> <p>Avance rápido de generaciones + Cultivo de embriones Descendencia de semilla única</p>	<p><b>2-Producción de dobles-haploides por:</b></p> <p>Cultivo de anteras + Cultivo de microsporas aisladas</p>
<p><b>Producto:</b> líneas F<sub>6</sub> (homocigosis &gt;90%) derivadas de F<sub>1</sub> en 1 año</p>	<p><b>Producto:</b> líneas 100 % homocigotas en aproximadamente 10 meses</p>

**Figura 2** - Síntesis de los métodos en aplicación en INIA para aumentar la eficiencia de los programas de mejoramiento de arroz, trigo y cebada.



**Figura 3:** Cultivo de plantas en Avance Rápido de Generaciones (ARG) en INIA. Individuos que crecen con poco sustrato y alta temperatura consiguiendo acortar el ciclo a 35-40 días hasta extraer los embriones para el cultivo *in vitro* (CE).

alta temperatura y estrés hídrico, logra acortar el lapso entre siembra y cosecha de granos a unos 60 días, en lugar de los aproximadamente 130-160 días que requiere el cultivo a campo en su estación normal. De esta forma se desarrollan hasta 6 generaciones/año, y entre ellas se aplican sucesivos ciclos de selección por resistencia a enfermedades y, además, selección asistida por marcadores moleculares (Christopher *et al.*, 2015). Luego, a la técnica reportada por el Dr. Hickey, para acortar aún más el lapso inter-generacional se agregó la técnica de Cultivo de Embriones (CE) publicada por Zheng *et al.* (2014).

Con ella en post-floración se extraen los embriones inmaduros de las espigas, se siembran en un medio de cultivo artificial -en condiciones de esterilidad- para que germinen, y en tan sólo 7-10 días desde que se extrajeron ya se desarrollaron en plántulas que pueden reintegrarse al ciclo de ARG. Zheng *et al.* consideraron que combinando el ARG y el CE teóricamente es posible avanzar 7 o más generaciones de trigo y 8 o más de cebada en tan sólo 1 año.

En Uruguay, desde hace algunos meses se están utilizando estas metodologías en el programa de mejoramiento de trigo de INIA: se cultivan las plantas en almacigueras, con escaso sustrato para cada una, y son expuestas a alta temperatura (26°C) e iluminación de calidad e intensidad adecuadas (Figura 3). En estas condiciones se logra que transcurran sólo 35-40 días desde siembra a floración y formación de embriones en los granos.

A continuación, en el estadio lechoso-pastoso del endosperma de los granos, se practica el CE, disponiendo los embriones en placas de Petri con medio de cultivo adecuado, almacenándolas en un ambiente de luz y temperatura controladas (Figura 4).

En total, con el ARG y el CE es posible avanzar al menos 5 y 6 generaciones/año en trigo (desde la F1 a la F6), librando la cosecha de la última generación a tiempo para llevar los materiales a ensayos de evaluación a campo.

Además de hacer el CE, otra modificación que se introdujo al método del Speed Breeding, es que de las poblaciones F2 conformadas por  $n=96$  plantas cada una, de cada planta se cosecha solamente 1 grano para avanzar a la generación siguiente.

Esta es una antigua técnica llamada "SSD" por sus siglas en inglés para "Single Seed Descent", que se traduce como Descendencia de Semilla Única -DSU- en español.

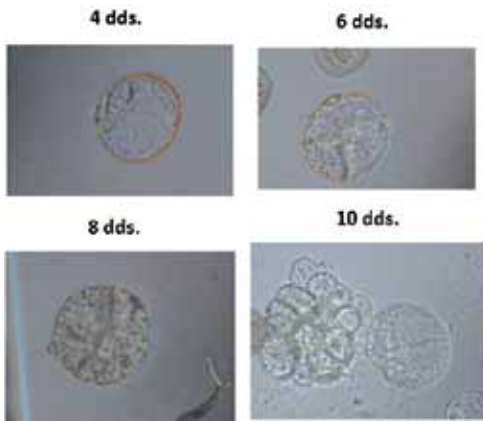


**Figura 4 - (Arriba):** Esquema anatómico del grano de trigo (Fuente: <http://www.eufic.org/article/es/expid/Hoja-informativa-grano-integral/>). En fin del estado lechoso-pastoso del grano se extrae el germen (los embriones) y -en esterilidad- se llevan a medio de cultivo para que germinen. En el curso de 5-7 días ya pueden devolverse al cultivo en sustrato (Abajo).

**Métodos de producción de haploides-duplicados (HD)**

Los métodos de producción de HD aprovechan una característica particular de los vegetales que se denomina “totipotencialidad” (Haberlandt, 1906), por la cual a partir de una única célula es posible reconstruir una planta completa controlando los factores de crecimiento.

La evolución de técnicas de biotecnología permite hoy que, por cultivo *in vitro* de granos de polen inmaduros (= microsporas), se formen directamente embriones reprogramando su ruta de desarrollo y sin intervención de proceso sexual alguno. El proceso se denomina “embriogénesis gamética” (Germaná, 2011) (Figura 5), el que con diferentes medidas de éxito es posible inducirlo en todas las especies cultivadas de cereales.



**Figura 5** - Comienzo de la regeneración de embriones a partir de microsporas aisladas en cultivo. Dds: días desde la siembra. A los 10 días ya se aprecian estructuras multicelulares, y a los 15-18 días ya pueden recogerse embriones y transferirlos a un medio de germinación.

El proceso completo de producción de HD, tanto por Cultivo de Anteras (CA) o por Cultivo de Microsporas Aisladas (CMA) se hace típicamente a partir de plantas madre F1, y se representa en la Figura 6.

De este modo, en una población de plantas HD el conjunto va a representar varias de las infinitas maneras de recombinar las múltiples características de los padres, mientras que cada individuo va a ser un genotipo único y estabilizado. Es por esta razón que los HD son denominados “líneas instantáneas”, ya que cada una de esas plantas es potencialmente una nueva variedad comercial, según los resultados de los ensayos de evaluación y caracterización a los que se someterá una vez que se haya multiplicado semilla de cada individuo HD. Comparación entre ambos métodos de apoyo al mejoramiento.



**Figura 6** - Etapas de un protocolo de cultivo de microsporas aisladas. Las espigas se cosechan en el estadio correcto y se someten a estrés –para condicionar las células a formar embriones–. Luego se realiza sucesivamente un licuado de espigas, filtrado y repetidos lavados de las células, antes de seleccionarlas en una centrifugación en gradiente de densidad. Así se aísla una banda de microsporas embriogénicas y viables, que en aproximadamente 20 días formarán embriones, y luego plantas.

El método de ARG+CE+DSU se está empleando exitosamente en el programa de mejoramiento de trigo de INIA desde mediados de 2016, y más recientemente en el de cebada. En el lapso de 6 meses se avanzó entre 3 y 4 generaciones en cada una de las numerosas cruas F1 iniciales, y se prevé llegar con las generaciones F6 al momento propicio para hacer los ensayos a campo en 2017. Este método requiere recursos de laboratorio de cultivo *in vitro* de baja complejidad y el protocolo es relativamente fácil de aplicar para el operador. En estos dos últimos aspectos la diferencia es radical al compararlo con la producción de dobles-haploides, que requiere de operadores muy bien entrenados, insumos costosos y, particularmente para el cultivo de microsporas aisladas, equipamiento y útiles de mayor complejidad.

Además, las técnicas de producción de HD suelen presentar una alta influencia del genotipo sobre la tasa de regeneración y la frecuencia del albinismo (plantas carentes de clorofila que aparecen en alta proporción y son inútiles para cualquier uso práctico), mientras que estos dos problemas son inexistentes en el método ARG+CE+DSU.

**CONSIDERACIONES FINALES**

En cualquier programa de mejoramiento los recursos son siempre limitados, y el jefe del programa está continuamente confrontado a decidir cómo asignarlos para lograr la mayor eficiencia en la creación de variedades superiores. La planificación de qué cantidad de cruas iniciales se realizará, el número de progenies que se destinarán a formar líneas recombinantes, y cuántas y cuáles líneas avanzadas se llevarán a ensayos de evaluación son decisiones que cada año se deben tomar

para hallar recombinaciones beneficiosas pero poco probables entre las líneas avanzadas idealmente se debería emplear un número “ilimitado” tanto de cruces F1 como de progenies recombinantes. En este contexto, la inclusión de la técnica DSU, así como también el hecho de limitar a  $n = 100$  las progenies que participarán en el método de ARG+CE puede considerarse una limitante, o incluso inconveniente para algunas situaciones particulares de programas de mejoramiento.

Por su parte, una alta eficiencia de producción de HD es muy dependiente de recursos tecnológicos y del genotipo utilizado, de equipamientos de laboratorio que son costosos y no fácilmente accesibles en el mercado de Uruguay. Este es el caso de las cámaras de cultivo de las plantas madre de microsporas, que permiten controlar eficazmente la iluminación y temperatura y además permiten reducir la contaminación con hongos y bacterias, que son muy frecuentes cuando se emplean plantas crecidas a campo, y que causan pérdidas a veces muy importantes de los materiales en cultivo *in vitro*.

A diferencia de los métodos de producción de HD, el método ARG+CE+DSU es independiente del genotipo, por lo que se puede aplicar con éxito en cualquier material que se considere de interés, lo que es una gran ventaja frente a las otras técnicas de producción de variedades comerciales en cereales

## IMPLEMENTACION DE LOS NUEVOS MÉTODOS EN LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO DE INIA

El método ARG+CE+DSU es la combinación de tres técnicas bien conocidas, y constituye en total un desarrollo científico original logrado por el trabajo de un grupo interdisciplinario de varios colaboradores de INIA Las Brujas e INIA La Estanzuela. Los primeros resultados exitosos de estos trabajos se presentaron en el VIII Congreso Nacional de Trigo (Pergamino, Argentina, septiembre de 2016), donde se distinguieron con la “Mención de Honor”. En lo referente a formación de recursos humanos, se han incorporado tres tesis que buscan aplicarlo en proyectos de investigación en trigo, en cebada y en soja. Simultáneamente, se han obtenido consultas tanto de parte de empresas privadas de Argentina como de investigadores de UdelaR para implementarlo en sus programas de mejoramiento. También cabe mencionar que empresas y universidades del extranjero ya han manifestado su interés por adoptar esta metodología para asistir sus programas de mejora de cultivos (Québec, Canadá). Según estos indicios, puede considerarse que el impacto de este trabajo de investigación es significativo a nivel regional e incluso internacional.

## AGRADECIMIENTOS

A las integrantes del sector de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales de la Unidad de Biotecnología de INIA Las Brujas: Belén Bonilla, Daniela Dieppa, Maribel Teresa Ceppa, Laura Rogel, Valeria López y Yanel Cuello, por su constante y eficiente colaboración y consejos técnicos, brindados siempre con su mejor ánimo y disposición. Al Coordinador de la Unidad de Biotecnología Marco Dalla Rizza, y a los investigadores Silvia Germán, Silvina Stewart y Silvina Baraibar, por su apoyo permanente, sin el cual la realización de estos trabajos no habría sido posible.

## BIBLIOGRAFÍA

- Christopher J, C Richard, K Chenuc, M Christopher, A Borrelle & L Hickey (2015) *Procedia Environmental Sciences* 29: 175-17
- Esteves P & F Belzile (2014) *Plant Cell Rep.* 33(6): 993-1001
- Germanà M.A. (2011) *Plant Cell Rep* 30: 839–857
- Haberlandt, G. (1902) *Sitz-Ber. Mat. Nat. Kl. Kais. Akad. Wiss. Wien* 111: 69–92.
- He J, X Zhao, A Laroche, Z-X Lu, H Liu & Z Li (2014) *Frontiers in Plant Science*. Review article. Doi 10.3389/fpls.2014.00484
- Zheng Z, Wang HB, Chen GD, Yan GJ & CJ Liu (2013) *Euphytica* 191: 311-316.



**Figura 7** - Algunos integrantes del grupo interdisciplinario de INIA que desarrollaron y trabajan sobre los nuevos métodos para asistir al mejoramiento de trigo, arroz, cebada y soja. (Izq. A derecha, atrás): Magdalena Mastropiero, Marcelo Rodríguez, Leonardo Hernández, Patricio Esteves, Wilmar De León y Fernando Pereira (al frente).



# EXPERIMENTOS DE LARGO PLAZO COMO PLATAFORMA AGROAMBIENTAL PARA LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE

Ing. Agr. (PhD) José Terra

Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

## INTENSIFICACIÓN AGROPECUARIA SOSTENIBLE

El paradigma de la “intensificación agropecuaria sostenible” implica la producción de mayor cantidad y calidad de alimentos/fibras inocuos en los suelos aptos, de forma más eficiente, conservando los recursos naturales y mitigando las externalidades ambientales negativas de los procesos productivos.

La satisfacción de la demanda creciente por productos agropecuarios de calidad, en un mundo donde los suelos fértiles, el agua, la energía y otros factores de producción son escasos, están heterogéneamente dis-

tribuidos y son frecuentemente utilizados de forma no sostenible, representa una gran oportunidad y desafío para Uruguay. Sin embargo, si los esfuerzos en intensificar la producción agropecuaria no son acompañados por iniciativas para conservar los recursos naturales y restaurar los procesos ecosistémicos en las áreas de producción, se corre el riesgo de sobreexplotar la capacidad de producir de los agroecosistemas y generar impactos ambientales negativos.

Por un lado, es aceptado que la viabilidad de los sistemas de producción depende en gran medida del resultado y estabilidad económica de los actores clave de la cadena.



El desafío actual radica en compatibilizar las demandas, a veces contrapuestas, que implica aumentar los rendimientos de productos de calidad e inocuos, con menor uso de insumos, en un escenario de recursos naturales escasos y vulnerables que se necesitan conservar.

Por otro lado, la capacidad de incrementar la producción de alimentos de calidad y conservar los recursos naturales depende en buena medida en hacer más eficiente y preciso el uso del agua, los nutrientes, la energía y otros insumos en los agroecosistemas.

Esto se busca a través de dos vías: a) el uso de insumos más eficientes para incrementar la productividad y conservar el ambiente, y/o, b) un enfoque de procesos, mediante el diseño de sistemas productivos que balanceen los aspectos productivos con los ambientales.

Finalmente, considerando que las actividades agropecuarias son multifuncionales, es decir dependen de las funciones del ecosistema, pero también las pueden afectar positiva o negativamente, resulta clave conocer y cuantificar las relaciones causa-efecto entre las actividades productivas y el ambiente, modelarlas y generar alternativas de manejo. El manejo de los agroecosistemas tiene influencia obvia sobre la calidad de los suelos, el agua, el aire y la biodiversidad. En la medida que los consumidores y la sociedad perciben el valor de estos servicios ecosistémicos y los demandan se abren nuevas oportunidades, pero para capitalizarlas resulta clave cuantificar y valorizar esos servicios, en base a coeficientes e indicadores robustos.

## EXPERIMENTOS DE LARGO PLAZO

Los Experimentos de Largo Plazo (ELP) sirven para evaluar los impactos de los sistemas de producción sobre los recursos naturales, incluyendo distintas combinaciones y manejos agronómicos de cultivos y/o pasturas, así como su productividad física y económica, con una proyección de largo plazo (sostenibilidad). Estos experimentos se basan en una serie de tratamientos contrastantes relacionados al diseño de los sistemas de producción (rotaciones, secuencias) y/o a su manejo agronómico (fertilización, laboreo, pastoreo, riego, etc.). Ocasionalmente, los ELP son concebidos para dar respuesta a algunos problemas u oportunidades actuales, pero fundamentalmente potenciales, y/o para generar escenarios probables de los sistemas productivos del futuro.

En sus etapas iniciales, mientras se estabilizan, los ELP contribuyen a contestar algunas preguntas tecnológicas puntuales que tienen como referencia los sistemas productivos dominantes. Sin embargo, cuando maduran y se estabilizan, se transforman en plataformas experimentales que dan soporte a la generación de coeficientes técnicos e información de base para conocer relaciones causa-efecto y modelar las posibles trayectorias productivas, económicas y ambientales que toman los sistemas evaluados, dando sustento a la investigación integrada y adaptativa; clave para el diseño de políticas públicas relacionadas al agro y al medio ambiente.



Los ELP tienen una serie de atributos deseables o recomendables entre los que se incluyen: 1) tener objetivos claros, compartidos y con cierta flexibilidad para revisarlos; 2) responsables y equipo técnico-científico bien definido; 3) enfoque sistémico e interdisciplinario; 4) diseño experimental robusto que permita el análisis estadístico en el tiempo; 5) parcelas experimentales grandes para muestreos y eventuales subdivisiones; 6) protocolos precisos de manejo y registros de datos; 7) bases de datos actualizadas y accesibles a los usuarios; 8) reglas claras de uso de la plataforma y sus datos; 9) continuidad en la documentación y publicación de los resultados; 10) financiación sostenida para su instalación, equipamiento, funcionamiento y mantenimiento.

Algunos de los experimentos más antiguos del mundo se encuentran en Rothamsted en el Reino Unido (desde 1843), en Illinois, EEUU ("Morrow Plots", 1876), en Oklahoma, EEUU ("Magruder Plots", 1892), en Auburn, Alabama, EEUU ("Old Rotations", 1896), entre otros.

## ANTECEDENTES

En Uruguay existen algunos experimentos que reúnen estas características, algunos se encuentran en las estaciones de INIA y otros en las de Facultad de Agronomía-UdelaR.

En La Estanzuela se ubica el experimento de rotaciones cultivo-pastura más antiguo de Latinoamérica (1963), que complementariamente con otros contemporáneos de mediana duración, produjeron información muy valiosa sobre sistemas agrícola-ganaderos con laboreo convencional, aplicable a suelos profundos y fértiles del litoral oeste, sistema productivo predominante entre mediados de la década del 70 hasta fines del 90.

A fines de los 80 e inicios de los 90 se instalaron una serie de parcelas de escurrimiento en La Estanzuela, Treinta y Tres y Tacuarembó, que complementaron las del MGAP en Aguas Blancas y contribuyeron a validar el modelo USLE-RUSLE en sistemas agrícolas y agrícola-ganaderos en el país, herramienta base de las políticas públicas asociadas a los planes de uso y manejo de suelo implementadas por el MGAP.

Por otro lado, a mediados de los 90 se instalaron un par de experimentos de rotaciones agrícolas o agrícola-ganaderas en La Estanzuela y Treinta y Tres que contemplaron, entre otros aspectos, la interacción entre las secuencias de cultivos y las pasturas, la intensidad de uso del suelo y los sistemas de labranza, fundamentalmente la siembra directa y el pastoreo con animales.

Contemporáneamente, en Las Brujas se instaló un experimento de manejo de suelos y rotaciones hortícola-pastoriles que se mantuvo operativo hasta 2012.

En la misma década, se instalaron experimentos de base pastoril en Tacuarembó y Treinta y Tres, tanto en manejo y fertilización de campo natural como en mejoramientos extensivos, algunos de los cuales fueron rediseñados, discontinuados o siguieron funcionando con cierta precariedad luego de concluidos los proyectos que le dieron origen.

En el presente siglo se ubicaron otra serie de experimentos, atendiendo otros sistemas productivos (arroz, horticultura) y la aparición de nuevas tecnologías (siembra directa, transgénicos, riego) o problemáticas (resistencia a herbicidas, degradación de suelos, nutrición integrada, etc.).

## ELP DE INIA

En el INIA se identificaron al menos 10 ELP actualmente en funcionamiento que se encuentran distribuidos por el territorio representando distintos sistemas de producción.

Cuatro de estos experimentos son representativos de los sistemas de producción agrícolas y/o agrícola-ganaderos del litoral y se encuentran todos ubicados en la Estanzuela. Por otro lado, existe un experimento de concepción similar, de base ganadera-agrícola ubicado sobre suelos más frágiles de lomadas del Este en Treinta y Tres. Existen tres experimentos de base pastoril representativos de sistemas de ganadería extensiva sobre campo natural o mejoramientos extensivos, dos en INIA Tacuarembó sobre basalto y uno en Palo a Pique sobre lomadas.





En Paso de la Laguna (Treinta y Tres) se localiza un experimento con foco en sistemas arroceros de intensificación variable, en rotación con pasturas y otros cultivos. Finalmente, en INIA Las Brujas, Canelones, existe otro experimento con foco en la recuperación de suelos degradados representativa de los sistemas hortícolas del sur.

## **ELP AGRÍCOLAS O AGRÍCOLA-GANADEROS**

El grupo de ELP de INIA vinculados a los sistemas agrícolas o agrícola-ganaderos son los más antiguos y cubren los suelos profundos y fértiles del suroeste y los suelos frágiles y de menor capacidad de uso del este del país. Considerando que existen otros ELP agrícola-pastoriles en la EEMAC (FAGRO), representativos de los suelos agrícolas del noroeste, se entiende que existe una buena cobertura de estos sistemas a nivel país. Los mismos cubren aspectos relacionados al diseño de las secuencias, sistemas agrícolas o agrícola-ganaderos, sistemas de labranza, intensidad de uso del suelo, riego o manejo de nutrientes.

Aunque en general las hipótesis y los objetivos que dieron origen a estos experimentos tienen vigencia, es necesario hacer ajustes en el foco de los mismos. Por un lado, hacer prevalecer el enfoque ambiental, haciendo énfasis en las huellas ecológicas o los impactos sobre los distintos compartimentos (suelo, agua, aire y biodiversidad) y en los servicios ecosistémicos, sin perder la visión productiva de los mismos. Por otro lado, hay que fortalecer la cuantificación de la eficiencia del uso del agua, nutrientes, energía y otros in-

sumos; así como su uso para el ajuste y calibración de modelos de predicción o simulación. Por otro lado, es necesario revisar, actualizar y eventualmente cambiar algunos tratamientos o contrastes atendiendo los cambios recientes o posibles cambios de los sistemas agrícolas, relacionados al diseño de las rotaciones, el arreglo de los cultivos o al cambio de tecnologías y uso de insumos.

## **ELP ARROCERO**

El ELP vinculado al sistema arrocerero está en su etapa de estabilización y se encuentra ubicado en Paso de la Laguna, Treinta y Tres, siendo representativo de los suelos planos, mal drenados y de fertilidad media-baja de la cuenca de la Laguna Merín donde se siembra más de 60 % del arroz del Uruguay.

El enfoque de intensificación productiva sostenible es un elemento central del mismo, donde los objetivos productivos y ambientales tienen un peso similar. La productividad física y económica, la ecología de malezas, la dinámica de enfermedades, el balance de nutrientes y los indicadores de calidad de suelos son monitoreados rutinariamente. La cuantificación de emisión de gases de efecto invernadero, los microorganismos asociados a estos procesos y la presencia de promotores de crecimiento son también evaluados en proyectos adicionales.

## **ELP GANADEROS**

El grupo de ELP de INIA vinculado a los sistemas ganaderos es representativo de los suelos ubicados sobre basalto y lomadas del Este. Considerando que existen otros ELP sobre campo natural en UdelaR-FAGRO en Salto, Cerro Largo y Paysandú, se entiende que existe una buena cobertura para estos sistemas a nivel país; aunque puede ser cuestionable la ausencia de un ELP más robusto e integral sobre campo natural en INIA.

Las hipótesis y los objetivos que dieron origen a los experimentos son diversas. En algún caso atiende las poco conocidas interacciones entre los nutrientes y el riego en la producción de forraje y comunidad de campo natural. En otro caso, la respuesta del campo natural y la performance animal al agregado de nitrógeno (N) y fósforo (P). Por último, a la introducción de leguminosas con P a diferentes dosis en mejoramientos de campo natural. Es probable que un déficit para los sistemas ganaderos extensivos sea no contar con un experimento con buenos contrastes de sistemas de pastoreo y cargas animales en campo natural y mejoramientos de campo, como el que existió en los 90 en Palo a Pique.

## **ELP HORTÍCOLA**

Este ELP se instaló recientemente (2012) en INIA Las Brujas y es representativo de los sistemas hortícolas intensivos con alta degradación de suelos predominantes en el sur del país. La hipótesis y objetivos tienen



que ver con la problemática de degradación de suelos en la región y la necesidad de contar con tecnologías que recuperen su capacidad productiva y mejoren la sostenibilidad de los sistemas de producción. El mismo responde a la lógica de acumular tecnologías de manejo y sus sinergias para aumentar los contenidos de carbono (C) orgánico del suelo y mejorar su calidad y funcionalidad.

### PROPUESTA DE FORTALECIMIENTO DE ELP

En el paradigma de la intensificación productiva sostenible, los ELP son activos esenciales para generar conocimientos, coeficientes técnicos, y modelar las posibles trayectorias ambientales y productivas de los sistemas de producción.

En el marco del plan estratégico de investigación para los próximos años, INIA se encuentra en un proceso de revisión, ajuste y fortalecimiento de sus experimentos de largo plazo a efectos de convertirlos en una plataforma agroambiental.

El objetivo general es revisar críticamente los ELP, para identificar aspectos de mejora en sus atributos fundamentales, potenciarlos y elaborar un plan de gestión que asegure su valorización científica y su sostenibilidad en el tiempo. Esto implica también coordinar esfuerzos y articular acciones con otras instituciones, como la UdelaR, donde se encuentra otro grupo de experimentos importantes pensando en una estrategia nacional de abordaje.

### RECOMENDACIONES Y ASPECTOS DE MEJORA

Algunas de las principales recomendaciones surgidas de esta iniciativa que se irá implementando en los próximos 2 años incluyen:

- Seleccionar y priorizar un grupo de experimentos para conformar una plataforma agroambiental, reforzando la visión sistémica y ambiental de los mismos.
- Ordenar y concentrar la investigación analítica de las disciplinas en el espacio físico de los ELP integrando los mismos como una manera innovadora y robusta, para gestionar la investigación de forma convergente con otros mecanismos más tradicionales de proyectos.
- Concentrar esfuerzos en la generación de coeficientes técnicos e información de base sobre relaciones causa-efecto y modelación de trayectorias ambientales, productivas y económicas de los sistemas.
- Focalizar en temas ambientales y el conocimiento de los procesos que ocurren en los sistemas asociados a la emisión de gases de efecto invernadero, el secuestro de C en los suelos, la calidad y salud del suelo, la calidad del agua, la eficiencia del uso de insumos, las huellas ambientales, la biodiversidad y la dinámica de pesticidas en los sistemas.

- Contar con un set mínimo de datos común entre ELP, compatibilizando los protocolos de manejo, las determinaciones, metodologías y bases de datos.
- Mejorar el diseño, el formato, la seguridad, actualización, calidad y acceso a las bases de datos.
- Disponer de marcos normativos institucionales de vinculación y cooperación para el uso de este tipo de plataformas o sus datos por terceros, incluyendo propiedad intelectual y coautorías.
- Fortalecer los ELP mediante proyectos transversales capitalizando las oportunidades de integración disciplinaria, captación y formación de recursos humanos, cooperación internacional y la eficiencia de uso de los recursos.
- Aumentar la documentación y publicación científica de los principales resultados en revistas arbitradas.
- Fortalecer el presupuesto y sostener la financiación de los ELP integrantes de la plataforma. Cubrir el funcionamiento operativo, la infraestructura y la colecta del set mínimo de datos
- Involucrar a los sectores públicos y privados mediante una estrategia efectiva de comunicación utilizando además los ELP para iniciativas de difusión y transferencia de tecnología y/o validación de tecnologías emergentes o de punta.



- Pensar en el diseño de una plataforma agroambiental integrada del país con gobernanza multinstitucional, mediante la selección de experimentos representativos de los principales sistemas productivos, localizados en diferentes regiones e instituciones.

## LA AGENDA AMBIENTAL DE LA PLATAFORMA

Existen varios temas de alta relevancia ambiental en un escenario de intensificación productiva sostenible de los sistemas de producción en los próximos años.

En primer lugar, es necesario profundizar sobre los procesos biogeoquímicos que ocurren en suelo que controlan el flujo de C y N y su movimiento en los agroecosistemas, generando coeficientes locales y diseñando sistemas de producción con prácticas de manejo que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto e incrementen la capacidad de secuestro de C en el suelo.

En segundo lugar, es crítico conocer y cuantificar mejor los mecanismos que controlan la calidad y salud del suelo, así como los caminos para prevenir su degradación y capacidad de funcionar, que resultan del cambio de uso de la tierra, del diseño deficiente de los

sistemas, del manejo inadecuado de los mismos o de la contaminación.

En tercer lugar, visto los problemas de calidad de agua que han ocurrido en algunas cuencas del país en los últimos años, es necesario cuantificar mejor los impactos de las prácticas de manejo y conservación de suelos y aguas a diferentes escalas (potrero, predio, cuenca), así como caracterizar mejor las fuentes de contaminación a nivel de cuencas para focalizar las medidas de mitigación y prevención.

Finalmente, el aumento del uso de pesticidas en los sistemas de producción, su destino final en los compartimentos ambientales, el ajuste de modelos de estimación del riesgo y las prácticas de manejo o tecnologías para reducir su uso, son temas que requieren abordaje. La posibilidad efectiva de uso de microorganismos como controladores biológicos que minimicen o sustituyan el uso de agroquímicos requiere profundizarse. Merecen especial atención algunos de estos temas en sistemas de producción poco conocidos que se están promoviendo y expandiendo, como los sistemas bajo riego, o que son muy intensivos como la lechería o la agricultura, o que ocupan mucha área en un ecosistema frágil, como las praderas naturales y su biodiversidad en la ganadería.





# EL RIEGO SUPLEMENTARIO EN PASTURAS Y CULTIVOS

Ing. Agr. (MSc) Alvaro Otero  
Ing. Agr. (Dr) Claudio García

Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

El INIA junto a Donistar S.C. y el SUL realizaron el pasado 27 de enero la “VI Jornada de riego por superficie tecnificado en pasturas y cultivos”, en el departamento de Salto. Asistieron a la misma más de 250 personas procedentes de diferentes puntos del país, de Argentina y Brasil, evidenciando la importancia de estos rubros en la región, como así también lo relevante de la tecnología de riego.

El objetivo de la jornada fue mostrar el comportamiento productivo de diferentes mezclas forrajeras bajo riego tecnificado en superficie. Se pudo apreciar la interacción de los animales y su manejo de acuerdo al estado de las pasturas y la productividad obtenida en kilos de carne. La elección del tipo de pasturas para las mezclas forrajeras estuvo basada en el conocimiento empírico sobre el comportamiento general de las pasturas en la región, así como en la respuesta esperada al riego.

La jornada consistió de dos partes: por la mañana, la observación en el campo de los ensayos de riego de pasturas y, en la tarde, la presentación de resultados experimentales de soja bajo riego y algunas recomendaciones para la programación del riego.

Finalizando la jornada, y antes de la mesa redonda de preguntas y propuestas, se tuvo la presentación sobre “El riego como insumo para el de aumento y sostenibilidad de la producción” realizada por el Ing. Agr. (PhD) Daniel Pietro (INTA, Argentina).

## VISITA A LOS ENSAYOS DE PASTURAS CON ANIMALES

En la mañana se visitaron los experimentos de pasturas con animales que se están llevando adelante. La visita estuvo organizada en 3 paradas donde técnicos de las instituciones involucradas (INIA-SUL-DONISTAR) explicaron la metodología de los trabajos que se realizan y los resultados preliminares que se están obteniendo en estos primeros dos años de investigación.

En la primera parada se apreciaron dos parcelas sembradas en el otoño de 2015, una con *Lotus pedunculatus* cv. Maku (trébol blanco espontáneo) y la otra con trébol rojo (trébol blanco espontáneo) bajo riego por superficie. Se están realizando evaluaciones del creci-



miento de las diferentes especies de pasturas y la incidencia del riego en su productividad, con el objetivo de una producción intensiva de carne (bovina y ovina). En el caso del lotus, se alcanzó una producción de 28,4 toneladas de materia seca (t MS)/ha en los 18 meses de evaluación. Se pastoreó con 129 animales con una productividad de 963 kg de carne/ha. En el caso del trébol rojo (más trébol blanco espontáneo) la producción de materia seca fue incluso superior, llegando a las 50,7 t MS/ha en igual período. En estas parcelas fueron incluidos 177 ovinos con una producción de 978 kg de carne/ha.

En la segunda parada se apreciaron otras dos parcelas sembradas en el otoño de 2015, una con alfalfa (trébol blanco espontáneo) y la otra con festuca (trébol blanco espontáneo) también bajo riego por superficie. Las mismas se están regando toda vez que sea necesario de acuerdo a la evapotranspiración del cultivo, no dejando agotar más del 50 % del agua disponible en el perfil de 40 cm de profundidad. Al igual que en la parada anterior, se están realizando evaluaciones del crecimiento de las dos especies de pastura bajo riego. La materia seca producida por la festuca en los 18 meses de evaluación fue de 39,1 t MS/ha, aprovechada por 68 animales que produjeron 420 kg de carne/ha. En el caso de la alfalfa (más trébol blanco espontáneo) la producción de materia seca alcanzó en igual período 39,5 t MS/ha, pastoreadas por 171 ovinos, con una producción de 965 kg de carne/ha.

La longevidad y evolución de las diferentes especies propuestas en las cuatro parcelas bajo riego y con animales con pastoreo directo fue motivo de discusiones e intercambio técnico en la visita.

## CONSIDERACIONES PRELIMINARES DE ESTOS 2 AÑOS DE INVESTIGACIÓN

La carga animal (especie/categoría) y el manejo agronómico potencian la productividad de una forrajera regada.

La producción de carne (vacuna y ovina) en los dos primeros años de investigación muestra que es posible aumentar más del 40 % la producción de carne de todo un establecimiento regando solamente el 10 % del área. El riego, con un adecuado aporte de nutrientes vía fertilizantes (N, P, K), contribuye a obtener altas producciones de materia seca de buena calidad, manteniendo un buen balance de las especies y mejor competencia con las malezas.

El riego permite desarrollar y potenciar un conjunto de tecnologías -fertilización y manejo correcto del pastoreo- que contribuyen al incremento y estabilidad de la productividad, generando menores incertidumbres.

En otra de las paradas se presentó información relacionada a tecnologías del riego, los criterios de diseño y operación.

En un trabajo que se está desarrollando sobre una pradera convencional de festuca, trébol blanco y rai-grás, implantada en marzo de 2015, se están determinando coeficientes técnicos que permitan validar un modelo de simulación de riego por superficie. El modelo utilizado es el Win SRFR, en las condiciones agrometeorológicas de la región, caracterizada por una alta variabilidad de las precipitaciones en los meses de máxima demanda atmosférica. El trabajo se hizo con un diseño con ancho de melgas de 9 m y 45 m de largo, con diferentes alturas de corte de la pastura creando condiciones diferentes de resistencia al avance del agua para poder caracterizar la infiltración de agua en el suelo.

Algunas conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado a partir de estos trabajos:

- la producción de materia seca bajo riego aumenta más del 100 % en relación a situaciones sin riego en el periodo primavera-verano.
- el aumento acumulado de la producción de materia seca de forraje bajo riego en los 4 años de evaluación es superior al 30 % con respecto a secano.
- se recomienda el uso de una lámina neta de riego de 60 mm toda vez que la evapotranspiración máxima alcanza ese valor a partir del 40 % del agua disponible en el suelo en la zona radicular.
- el caudal sugerido de diseño para riego por superficie varió entre 0,6 y 0,8 L/s por metro de ancho de melga para obtener 75 % de uniformidad de aplicación y de distribución sin pérdidas de agua al pie de la melga y con caudales no erosivos.
- 12 metros resultó ser el ancho de melga más eficiente, no mostrando diferencias significativas en cuanto a uniformidad de distribución y de aplicación en relación a melgas de 6 y 9 m de ancho.

Durante la jornada se realizaron, además, presentaciones sobre la programación del riego suplementario, a cargo de Daniel Prieto (INTA, Argentina) y Álvaro Otero (INIA).

Entre los conceptos manejados, se destacó que la técnica más extendida para realizar un adecuado manejo del agua en la agricultura bajo riego es la programación de riego, la cual identifica el momento y la cantidad de agua que se debe aportar al cultivo en cada riego y cuyo manejo se puede realizar en base a diferentes criterios agronómicos (maximizar la producción total de la explotación agrícola, lograr el máximo beneficio económico, etc.).

La aplicación de esta técnica requiere de un conocimiento amplio de los factores que condicionan los distintos procesos.

Se propusieron diferentes métodos y herramientas de control y seguimiento del riego: en el suelo, en la planta, en la atmósfera; a los efectos de mejorar la eficiencia del uso del agua. También se propusieron herramientas y modelos de balance hídricos del suelo de fácil utilización, para planificar y mejorar el rendimiento de cultivos o pasturas regadas.

El avance y el bajo costo relativo de dispositivos electrónicos para el control del uso del agua y su potencial conexión inalámbrica están permitiendo un aumento importante en la eficiencia de uso del agua del riego, así como de la energía, y la consecuente mejora del medio ambiente.

El uso de los balances hídricos del suelo permite evaluar algunos aspectos importantes del riego, como ser:

- La aplicación del riego de acuerdo a la sensibilidad del cultivo (o fase fenológica) y al estrés hídrico.
- La relación entre el incremento del agua aplicada vs. incremento de rendimiento (productividad del agua).
- La reducción en costos energéticos, a través de la reducción del número o tiempos de riego.
- La reducción de pérdidas de nutrientes y de suelo (impactos ambientales), que en general se dan por excesos de agua en el suelo por mal uso o diseño del sistema de riego.

Con respecto al uso del riego suplementario en el cultivo de soja en la región, se comentó que ha permitido un aumento consistente en los rendimientos durante las tres últimas zafas. En concreto, la diferencia global entre riego y secano promediando con la fecha de siembra y el grupo de madurez, varió entre 700 y 1800 kg/ha (un 60 % superior con riego).

Hay una interacción importante entre el grupo de madurez, la fecha de siembra y el incremento del rendimiento con el riego. Con grupos de madurez de soja relativamente precoces como 4.9 y 5.9, la diferencia en rendimiento a favor del riego suplementario llega a ser de 2500 kg por hectárea; esta diferencia se va haciendo menor con cultivares de ciclo más largo. Cabe consignar que la utilización de grupos de madurez más cortos (4.9), presentaron los rendimientos más bajos en las condiciones de secano de la región en las tres últimas zafas.

El efecto global sobre el incremento en el rendimiento con el riego suplementario fue mayor que el efecto de la fecha de siembra (octubre y noviembre) en dos de los tres años. El riego en fechas tempranas ha alcanzado los mayores rendimientos (6500 kg/ha). Los años de mayor transpiración (consumo) de agua por el cultivo, son los años de mayor rendimiento, asociados a años de altas radiaciones.

La lámina bruta del cultivo es importante considerando el efecto año, ya que depende claramente de la evapotranspiración. En el caso de la soja se puede proponer una lámina bruta de entre 310 y 480 mm para lograr máximos rendimientos. Para determinar la lámina neta necesaria en el riego se debe de ajustar esa lámina bruta a la eficiencia del sistema que se esté operando, sea este pivot, ala, superficie, etc.



Agradecimientos: A Ing. Agr. Daniel Formoso (Consultor-INIA); Ing. Agr. (PhD) Fernando Lattanzi (INIA); Ing. Agr. Alberto Aguerre (SUL); Ing. Agr. Alejandro Stirling (Donistar S.A.); Ing. Agr. Bernardo Bocking (Donistar S.A.)

# AGENDA ESTRATÉGICA DE ACTIVIDADES INIA 2017

A fines de 2016 se realizó una reunión para definir la agenda de actividades de INIA 2017, con la participación de todos los directores de programa y directores regionales. El objetivo fue definir un plan consensuado, oportuno y ajustado a las propuestas de difusión de los diversos sistemas y regiones.

De esa manera, se establecieron anticipadamente diversas jornadas que responden a temas estratégicos, contribuyendo a que los interesados puedan agendarlas en forma temprana.

En el cuadro se presenta la agenda abril-diciembre 2017 de temas estratégicos, más allá del centenar de actividades de difusión que la institución realizará durante el año y que oportunamente se comunican a través de diversos medios.

Fecha	Título	Tipo de actividad	Estación Experimental
19 a 23 Abril	INIA presente en Expo Melilla	Comunicación Institucional	Las Brujas
26 Abril	Nuevos cultivares hortifrutícolas para una alimentación saludable	Jornada de Divulgación	Las Brujas
27 Abril	Cultivos de Invierno INIA-CREA	Jornada Técnica	La Estanzuela
4 Mayo	Ganadería en zona baja. Paso de la Laguna	Día de Campo	Treinta y Tres
22 a 26 Mayo	Actividades de la Semana de la Ciencia y Tecnología en las Estaciones Experimentales	Comunicación Institucional	
26 Mayo	Desafíos de la siembra directa. INIA-AUSID-URF	Jornada de Divulgación	La Estanzuela
22 Junio	XV Taller preñez en bovinos	Seminario Técnico	Treinta y Tres
28 Junio	Jornada de Campo Natural	Jornada de Divulgación	Tacuarembó
27 Julio	Jornada INIA-CREA de Lechería	Jornada Técnica	La Estanzuela
9 Agosto	Tecnologías de mínimo impacto ambiental en la hortifruticultura	Jornada de Divulgación	Las Brujas
10 Agosto	Cultivos de verano INIA CREA	Jornada Técnica	La Estanzuela
22 Agosto	Actualización en el cultivo de Arroz	Jornada Técnica	Treinta y Tres
28 Agosto	Avances en resultados en riego	Jornada Técnica	La Estanzuela
30 Agosto	Unidad de Lechería: Día de campo de porteras abiertas	Jornada de Divulgación	La Estanzuela
6 a 17 Setiembre	INIA presente en ExpoPrado	Comunicación Institucional	
28 Setiembre	Jornada de biomateriales Forestales	Jornada Técnica	Tacuarembó
4 a 6 Octubre	III Conferencia de Gases de Efecto Invernadero (GALA)	Congreso	La Estanzuela
19 Octubre	Manejo avanzado en Citricultura	Jornada Técnica	Salto Grande
25 Octubre	Ganadería de cría. Palo a Pique	Día de Campo	Treinta y Tres
10 Noviembre	Cultivares de tomate para invernadero: avances en mejoramiento genético	Día de Campo	Salto Grande
23 Noviembre	Desafíos de la exportación frutícola en el sur: oportunidades en pera, mandarina y limón	Jornada de Divulgación	Las Brujas
24 Noviembre	Seminario Ganadería extensiva: Proyecto Ganadero del Norte	Seminario Técnico	Tacuarembó
15 Diciembre	Entrega de Carneros de Proyecto CRILU	Comunicación Institucional	Tacuarembó

# AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN LEPTOSPIROSIS



El Proyecto “Creación y caracterización de un banco de cepas de *Leptospira* spp. aisladas de casos de leptospirosis bovina en Uruguay” llevado adelante por la Plataforma de Salud Animal de INIA, la Facultad de Medicina de la UdelaR, la red de laboratorios de DILAVE-MGAP y el Instituto Pasteur de Montevideo, con el aporte de ANII, logró en menos de dos años aislar 21 especies de *Leptospira* en Uruguay, lo que permitirá dirigir la formulación de vacunas más eficaces para resolver un problema de salud humana y animal.

La leptospirosis es una enfermedad transmisible que afecta animales y seres humanos, causada por las especies del género *Leptospira*.

Las personas se pueden infectar a través de animales o por el ambiente contaminado. Si bien en los casos declarados se pueden usar antibióticos para curar la enfermedad, el aislamiento de las primeras cepas de leptospirosis locales permitirá trabajar con laboratorios privados para generar vacunas específicas.

INIA está abocada a transformar esta investigación en innovación, interaccionando con los laboratorios para generar mejores vacunas y de esa manera obtener regalías para reinvertir en la ciencia. La apuesta a este modelo de trabajo permite afrontar desafíos mayores, plantearse hipótesis robustas, realizando un trabajo multidisciplinario e interinstitucional enfocado a resolver problemas pertinentes. No son comunes los casos donde se puede pasar tan rápidamente del conocimiento científico a la innovación.

De acuerdo al Coordinador de la Plataforma de Salud Animal de INIA, Dr. Franklin Riet: “Esto es lo mejor que le puede pasar a un investigador: trabajar en forma interdisciplinaria, con trabajos de importancia internacional, con alta calidad científica, con articulación con el sector privado, resolviendo un tema prioritario y teniendo la posibilidad de ir formando y capacitando recursos humanos durante el proceso”.

## CONTROL DE LA MOSCA DE LOS CUERNOS SIN USO DE INSECTICIDAS

La mosca de los cuernos (*Haematobia irritans* L.), es un insecto hematófago que afecta principalmente a los bovinos. Ocasiona grandes pérdidas económicas debido a la reducción en la ganancia de peso, disminución en la producción láctea y daños en la calidad del cuero.

La industria lechera es particularmente vulnerable a los efectos secundarios no deseados por la utilización de insecticidas. Las vacas de ordeño no pueden ser tratadas con insecticidas cuyos residuos aparezcan en leche; tampoco pueden utilizarse insecticidas en los alrededores de cobertizos

de ordeño, ya que pueden contaminar el alimento para el ganado y aparecer posteriormente en la leche.

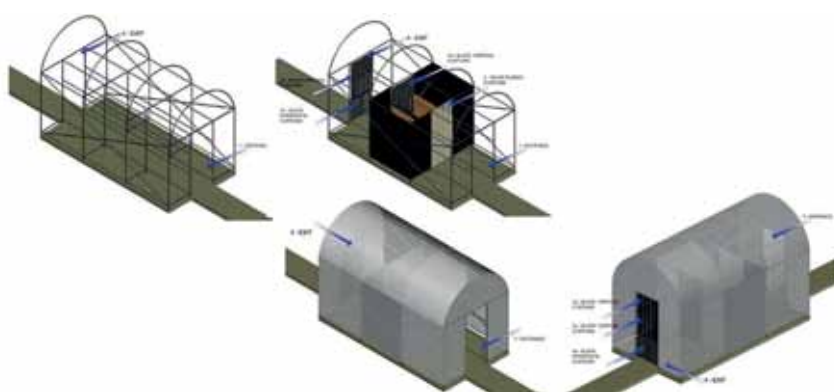
Debido a esta situación, y a que las poblaciones de mosca de los cuernos están desarrollando resistencia a los insecticidas, se plantea la

necesidad de desarrollar métodos alternativos de control no químico que sean más eficaces y permitan reducir al mínimo el uso de insecticidas. Con ello se reducen los costos de producción y la contaminación ambiental.

Con esta consigna, investigadores de INIA adaptaron un modelo de trampa de paso para el control de la mosca de los cuernos, sin necesidad de utilizar insecticidas.

La trampa de paso fue ya probada en tambos, es de fácil instalación y actualmente es utilizada en un predio comercial del departamento de Colonia, con un porcentaje de captura estimado entre 82 y 88 %.

El mecanismo por el cual funciona la trampa consiste básicamente en



la remoción de las moscas del cuerpo de los animales por el roce con cortinas de goma en un túnel a través del cual pasa el animal.

Las moscas vuelan hacia la parte superior o cúpula del túnel donde mueren. Este mecanismo permite el control del insecto disminuyendo el

uso de productos químicos, los costos de aplicación y la aparición de residuos en leche, así como la posibilidad del desarrollo de resistencia frente a los insecticidas, por lo que aparece como una muy buena alternativa para utilizarse en los tambos.

## GINA LUCCI - Coordinadora Ejecutiva de la Alianza Estratégica

La Dra. Gina Lucci ha sido designada como Coordinadora Ejecutiva para la Alianza Estratégica (AE) entre INIA, AgResearch (N. Zelandia), IRTA (España) y Teagasc (Irlanda) y se encuentra iniciando su nueva función en nuestro país durante los meses de marzo y abril.

Este cargo es financiado por todas las organizaciones participantes de la AE.

El objetivo principal de esta alianza es el trabajo conjunto para abordar los problemas comunes en el sector agropecuario. Se trata de una plataforma para crecer y potenciar a los investigadores y constituye una oportunidad desafiante que procura, a través de la diversidad de experiencias y saberes, desbloquear los problemas globales.

En este papel, Gina Lucci coordinará el desarrollo de programas de





investigación y actividades de intercambio de información y formación de recursos humanos.

Parte de su trabajo es también promover la asociación y actividades en torno a temas vinculados a la gestión institucional.

En el inicio de su tarea de coordinación ha estado trabajando en la elaboración de la agenda de actividades conjuntas para 2017, con definición de responsabilidades y un plan de comunicaciones para el proyecto.

En el corto plazo, estará además contribuyendo al desarrollo de propuestas de investigación a través de la AE en seis áreas temáticas vinculadas a la "Intensificación ganadera sostenible": pasturas y producción animal; impactos ambientales; calidad de carne; genética; modelos de negocio y evaluación del impacto de la investigación.

Este año permanecerá durante cinco meses en el país, y durante su estadía visitará diversas estaciones experimentales de INIA para conocer en detalle el trabajo desarrollado

y los principales desafíos del sector agropecuario en Uruguay.

Su lugar de trabajo es en Dirección Nacional, en un vínculo cercano con la Unidad de Cooperación Internacional. Su área de especialidad es la ciencia del suelo y ha trabajado en AgResearch principalmente con ciclo de nutrientes en sistemas lecheros.

Se concreta así una nueva etapa en la consolidación de esta alianza, como parte de un proceso de fortalecimiento de la imagen y presencia de la institución a nivel global.

## COMITÉ DE COORDINACIÓN EN INVESTIGACIÓN EN INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS

Con la participación del INIA, MGAP, LATU/LATITUD, INAC y la ANII (esta última en calidad de observadora), se firmó la creación del Comité de Coordinación en Investigación en Inocuidad de los Alimentos (CCIIA). Este comité tendrá como objetivo impulsar, coordinar, supervisar y realizar seguimiento de las actividades vinculadas a la investigación en inocuidad en alimentos de origen animal y vegetal que sustenten científicamente la toma de decisiones por parte del MGAP.

Este nuevo ámbito le permitirá a INIA coordinar esfuerzos para trabajar en líneas de investigación en el área de inocuidad alimentaria, que permitan luego desarrollar políticas públicas por parte del MGAP.

En la ocasión el ministro Aguerre destacó que el 78 % de las exportaciones de Uruguay responden a agroalimentos y fibras y la base de su competitividad radica en que pueda identificarse como un excelente proveedor de alimentos inocuos y con valor agregado. Esto

supone una diferenciación de los productos y de los procesos que se realizan para su obtención, marcando un diferencial de calidad y contemplando la creciente importancia en el cuidado del ambiente.

Por su parte, el presidente de la Junta Directiva de INIA, Álvaro Roel, resaltó la importancia de poder formalizar el relacionamiento en aspectos vinculados a la ciencia de los alimentos. Señaló que actualmente se está asistiendo a un cambio de

paradigma, "del campo al plato" a "del plato al campo", ya que la atención a las demandas del consumidor es lo que define la posibilidad de los negocios.

INIA recientemente creó una plataforma agroalimentaria y la consolidación de este comité supone una excelente oportunidad para interactuar con el resto de las instituciones en propuestas comunes, al tiempo de fortalecer las capacidades propias, destacó.



# ING. AGR. ARMANDO RABUFETTI

El Ing. Agr. Armando Rabufetti falleció en los primeros días del año, inesperadamente, cuando aún estaba en actividad, aportando su experiencia y conocimientos a la formación de nuevos profesionales. Su desaparición física representa una lamentable pérdida.

Su extensa carrera docente comenzó y se desarrolló en la Facultad de Agronomía, de la UdelaR, y últimamente, desde 2007, en la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad de la Empresa.

Obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Agronomía, UdelaR, y posteriormente realizó estudios de post-grado en su especialidad, una maestría en la Universidad Estatal de Iowa y el doctorado en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Estados Unidos.

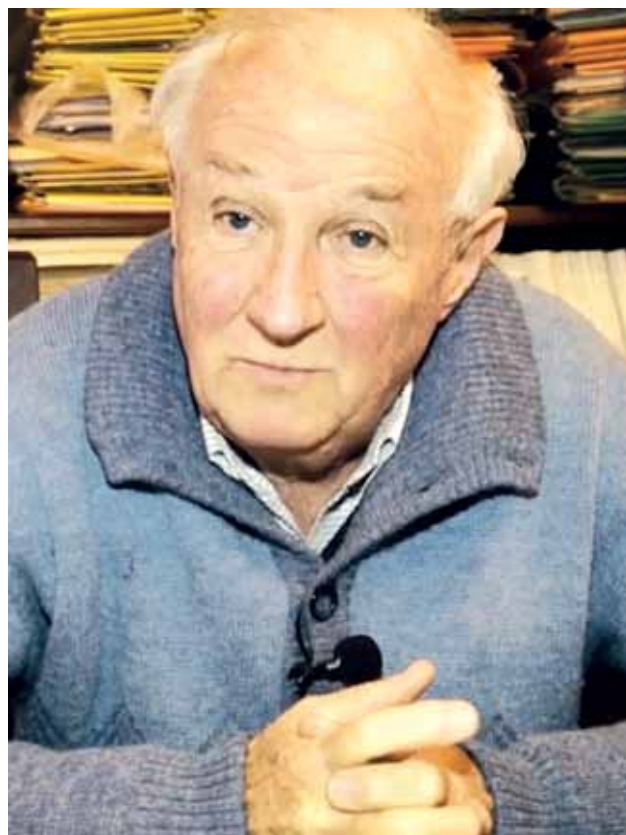
Fue un reconocido académico, interesado en la ciencia y tecnología, profesor universitario, dedicado a la docencia e investigación, y un referente particularmente en la enseñanza sobre manejo y fertilidad de suelos, así como en áreas relacionadas con producción de cultivos y agricultura sostenible.

Estuvo fundamentalmente vinculado a la docencia universitaria. Aún cuando en su carrera profesional desempeñó importantes cargos técnicos y gerenciales, sentía particular orgullo por ser reconocido como docente, su vocación. Su capacidad docente fue muy valorada por sus estudiantes.

Su vinculación formal con nuestra institución se inició en el período 1976-1978, en que estuvo a cargo de la Dirección de la Estación Experimental Las Brujas. Posteriormente, desarrolló actividades de asesoramiento técnico en el sector privado, reintegrándose a la Facultad de Agronomía.

En 1986, al retirarse de la Facultad de Agronomía fue designado Director del Programa de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, MGAP, y se incorporó entonces en el proceso de reformulación institucional que venía siendo impulsado por el MGAP, basado en iniciativa de investigadores del CIAAB, con apoyo de asociaciones de productores y del sistema político, que culminó con la creación de INIA.

Estuvo en el desarrollo inicial de INIA como Director Nacional, pasando luego a dirigir el Instituto Inter-Americano para la Investigación del Cambio Ambiental Glo-



bal, con sede en Brasil, regresando para desempeñarse en las Direcciones Regionales de INIA Salto Grande e INIA Las Brujas.

El Ing. Agr. Armando Rabufetti durante su destacada trayectoria contribuyó al desarrollo científico-tecnológico del sector agropecuario, aplicando con rigurosidad el método científico. Participó en numerosos congresos y seminarios nacionales e internacionales y aportó publicaciones relativas a su especialidad, trabajando incluso últimamente en versiones avanzadas de un libro sobre fertilidad de suelos.

Nuestro reconocimiento y aprecio por su contribución al desarrollo institucional.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

# Catálogo de Información Agropecuaria

Acceda a la producción técnico-científica de  
INIA y al acervo bibliográfico disponible en  
nuestras Bibliotecas



Proyecto de  
cooperación  
INIA - EMBRAPA  
(Brasil)



Motor de  
búsqueda ágil  
y de gran  
rendimiento



Acceso público  
a información  
científica  
tecnológica

*El Catálogo de Información Agropecuaria de  
INIA tiene como objetivo contribuir a mejorar y  
potenciar la gestión y el acceso a la producción  
científica-tecnológica generada por los  
investigadores de INIA.*



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





ESTA PUBLICACIÓN LLEGA A USTED A TRAVÉS DE CORREO URUGUAYO



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
U R U G U A Y

INIA Dirección Nacional  
Andes 1365 P. 12, Montevideo  
Tel: 598 2902 0550  
Fax: 598 2902 3633  
iniadn@dn.inia.org.uy

INIA La Estanzuela  
Ruta 50 Km. 11, Colonia  
Tel: 598 457 48000  
Fax: 598 457 48012  
iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas  
Ruta 48 Km. 10, Canelones  
Tel: 598 2367 7641  
Fax: 598 2367 7609  
inia\_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande  
Camino al Terrible, Salto  
Tel: 598 4733 5156  
Fax: 598 4733 9624  
inia\_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó  
Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó  
Tel: 598 4632 2407  
Fax: 598 4632 3969  
iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres  
Ruta 8 Km. 281, Treinta y Tres  
Tel: 598 4452 2023  
Fax: 598 4452 5701  
iniatt@tyt.inia.org.uy

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



RED  
NACIONAL  
POSTAL

