

REVISTA N° 47 - DICIEMBRE 2016  
ISSN - 1510 - 9011  
CORREOS DEL URUGUAY  
FRANQUEO A PAGAR / Cuenta N° 1010/2



# Sumario

Revista N° 47 / Diciembre 2016



Foto de tapa: Muestreo de variables de suelo (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:** Diciembre 2016 / N° 47  
**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.

### EDITORIAL

1

### INIA x DENTRO

- Acuerdo de cooperación entre Uruguay y China 2
- Visita del Comité Asesor Internacional 3
- Directriz estratégica: capacitación 4
- Nuevo coordinador UCTT 6

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- Entendiendo la lógica de los sistemas de cría en Uruguay 7
- Diagnóstico de actividad ovárica 13

### PASTURAS

- Avena Columba 15
- Lotus INIA E-Tanin 19

### CULTIVOS

- Soja: rendimiento con y sin riego 22

### HORTIFRUTICULTURA

- Análisis foliar en frutales 27

### SUSTENTABILIDAD

- El tipo de laboreo en las propiedades del suelo 31
- Calidad de agua para producción animal 35

### ACTIVIDADES

- Día de campo en Palo a pique 38
- Presentación Plataforma fenotipado de trigo 41
- Desafíos de la intensificación 42
- Simposio sobre co-innovación 44

### NOTICIAS

- Aportes de INIA a la inocuidad alimentaria 47
- Alianza global GEI 51
- Últimas publicaciones 52

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

Estamos concluyendo otro año en el que se han desarrollado una diversidad de acciones en los distintos ejes de trabajo de nuestra institución, proyectos que se han finalizado, propuestas que se han encaminado y otras que se irán concretando durante el nuevo plan estratégico. En el marco de esta dinámica institucional, en esta edición de la revista nos interesa abordar una dimensión tal vez menos conocida por el común de nuestros usuarios, se trata de lo que hemos denominado la estrategia de internacionalización de INIA.

Vivimos en un mundo globalizado, con desafíos, tensiones y oportunidades que permean en todos los ámbitos de la sociedad, un mundo en el que, cada vez más, la ciencia y la tecnología resultan herramientas fundamentales para construir competitividad y, en ese contexto, las alianzas estratégicas definen, en buena medida, la posibilidad de capitalizar esas oportunidades. Para un país agroexportador como el nuestro, que se ha planteado como objetivo duplicar sus exportaciones, tener una importante inserción en los mercados más exigentes, agregando valor a su producción, con prácticas que contemplen y sean capaces de certificar el cuidado ambiental, es lo que va a estar definiendo las posibilidades comerciales del mañana.

Por eso la búsqueda de aliados estratégicos que potencien esta visión resulta una política institucional de alta prioridad. En apretado resumen, nos interesa destacar algunas de las acciones concretadas en 2016 respondiendo a ese enfoque.

En marzo de este año se inauguró en INIA Treinta y Tres la Sede Regional del FLAR (Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego) para la zona templada. La concreción de esta sede constituye un ejemplo cooperativo en el desarrollo del conocimiento que permite una interacción más cercana con los países de la región (Argentina, Brasil, Chile) posibilitando un mejor manejo del germoplasma, y una amplia interacción con los mejoradores de arroz regionales.

Por su parte, en INIA La Estanzuela comenzó a funcionar la plataforma de fenotipado de trigo concretada en acuerdo con CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) mediante un arreglo multi-institucional que comprende una red mundial de plataformas de caracterización de precisión a campo de trigo.

En el mes de octubre, en el marco de la misión del MGAP a China, el INIA y la Academia de Ciencias Agrícolas de China (CAAS) firmaron dos nuevos acuerdos que permitirán obtener productos específicos, concre-



tando un programa de mejoramiento genético en soja para consumo animal y humano, desarrollado en forma conjunta entre investigadores chinos y de INIA. Este paso seguramente contribuirá a consolidar un canal comercial complementario para la oleaginosa, dando una nueva perspectiva que amplía el espectro de negocios.

En noviembre, durante la visita del Comité Asesor Internacional de INIA, se concretó con tres de los institutos que lo conforman (AgResearch, Teagasc e IRTA) una alianza estratégica que fortalecerá las capacidades en investigación e innovación y el trabajo en red entre sus miembros, idea iniciada en 2014 en el marco de los festejos de los 100 años de INIA La Estanzuela. Esto permitirá abordar desafíos comunes en cuanto a productividad y sostenibilidad agroalimentaria con énfasis en sistemas pastoriles (lechería, producción de carne vacuna y ovina).

Estos son apenas algunos ejemplos vinculados a distintas cadenas productivas: arroz, trigo, soja, carne, leche.

El liderazgo y la innovación demandan un INIA que para atender de manera cada vez más eficiente a sus diversos públicos objetivo tenga una fuerte vinculación con el exterior. Estamos persuadidos que eso contribuirá a mejorar consistentemente la calidad de la producción científica y la tecnología generada, con aportes concretos para aumentar la competitividad del sector agropecuario sin perder nunca de vista nuestro ideal orientador y base de estas acciones: **“excelencia científica con cercanía al productor”**.

Nuestro deseo de prosperidad para 2017, que nos encontrará con el compromiso renovado de aportar a la visión de una institucionalidad agropecuaria sólida y alineada con las necesidades del sector productivo.

# ACUERDO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ENTRE URUGUAY Y CHINA



En marco de la misión del MGAP a China, INIA y la Academia de Ciencias Agrícolas de China (CAAS) firmaron el pasado 25 de octubre, en Beijing, dos nuevos acuerdos: 1) La renovación del Memorando de Entendimiento entre ambas organizaciones firmado en 2006, con el objetivo de promover la cooperación en ciencia, tecnología e innovación agropecuaria; 2) Un acuerdo de trabajo específico a través del cual INIA y CAAS acordaron la ejecución del proyecto “Cooperación científica y tecnológica entre Uruguay y China como una plataforma para el desarrollo de germoplasma de soja de alto valor agregado”. 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.

Cabe destacar que el relacionamiento entre CAAS e INIA se inició en 1994 con la firma del primer acuerdo marco de cooperación. Sin embargo, este representa un hito histórico en dicho relacionamiento, ya que se inicia la ejecución del primer proyecto de investigación colaborativa, ejecutado y financiado conjuntamente por ambas instituciones.

El MGAP e INIA han dado alta prioridad política al desarrollo de una estrategia de colaboración científico-técnica de largo plazo con la República Popular China que, en el ámbito científico, se centra en el mejoramiento genético y biotecnología del cultivo de soja. Este es un esfuerzo que además ha contado con el apoyo de la Embajada de Uruguay en China y las Facultades de Agronomía y Ciencias de la UdelaR.

Más allá de la investigación conjunta, el proyecto pretende constituirse en una plataforma para mantener un fluido intercambio de investigadores entre ambos países, y la formación de posgrados, tanto de estudiantes uruguayos en China, como de estudiantes chinos en Uruguay. Estos instrumentos son fundamentales para facilitar el conocimiento mutuo y la construcción de confianza como pilares de un relacionamiento de largo plazo.

Al consultar al presidente de la Junta Directiva de INIA, Ing. Agr. Álvaro Roel, sobre el balance del reciente viaje a China, integrando la delegación oficial manifestó:

“Si bien existen acuerdos con la Academia de Ciencias Agrícolas de China desde 1994, hace tres años se estableció un punto de inflexión en la estrategia para orientarla hacia la obtención de productos más concretos. Se invitó a una misión china a Uruguay para generar un proyecto conjunto y nos planteamos seleccionar un tema. Considerando que las acciones comerciales más importantes en los últimos años han estado relacionadas al cultivo de soja, se generó un proyecto técnico y presupuestal marco. Este proceso culminó a nivel oficial en el reciente viaje, concretando un programa de mejoramiento genético conjunto en soja para consumo animal y humano, lo que supone un canal comercial adicional de alta exigencia. Ya había acuerdo de nuestra parte y ahora trajimos la aprobación al más alto nivel de China, cerrando una primera etapa, para iniciar en breve acciones que implican intercambio de germoplasma y semilla”.

Acerca del significado de este proceso, Roel agregó: “Este paso supone un desafío importante y una gran oportunidad, ya que en un escenario de creciente demanda por alimentos, y con una clara orientación por parte de nuestro Instituto de apuntar a un desarrollo sostenible, la cooperación interinstitucional, el trabajo en red y la conformación de plataformas de conocimiento son instrumentos clave para poder propiciar esos saltos tecnológicos”.

# VISITA DEL COMITÉ ASESOR INTERNACIONAL



Entre los días 24 y 26 de octubre sesionó por segunda vez el Comité Asesor Internacional (CAI) de INIA. El mismo tiene el cometido, en la nueva estructura organizacional, de asesorar a las autoridades institucionales en materia científica y de gestión. Está integrado por: Dr. Achim Dobermann, director de Rothamsted Research, Reino Unido; Prof. Gerry Boyle, CEO del Teagasc, Irlanda; Dr. Tom Richardson, CEO de AgResearch, Nueva Zelanda y Dr. Josep Monfort, director del IRTA de Cataluña, institutos de referencia internacional.

Su visita estuvo centrada en dos focos: realizar un monitoreo de la gestión de INIA durante los dos últimos años, en base a diversos indicadores, y trabajar sobre una propuesta de investigación de la producción pecuaria fundamentalmente de base pastoril (carne y leche) con el concepto de alianza estratégica.

Un cometido básico del CAI es compartir las mejores prácticas en materia de gestión de la investigación y desarrollo organizacional, colaborando activamente en procesos de evaluación institucional. El asesoramiento incluye la productividad y calidad de la investigación, la gestión de la transferencia de tecnología, así como la gestión global de la institución y vinculación con la sociedad.

El vicepresidente de INIA, Dr. José Luis Repetto, al cerrar la reunión en Las Brujas, destacó que el Comité Asesor “es parte de la estructura de INIA, no es sólo

una consultora que evalúa y deja conclusiones”. Las condiciones de INIA ya habían sido evaluadas por este mismo grupo dos años atrás y los jefes de las instituciones visitantes destacaron los avances alcanzados en este período.

Repetto agregó que “estas acciones forman parte de la estrategia de internacionalización de INIA, y tiene el objetivo de focalizarnos en aquellas alianzas internacionales con mayor potencial para el desarrollo científico e institucional”.

En lo que refiere a la alianza estratégica para trabajar en un proyecto común, afirmó que esta nueva figura de cooperación apunta a constituirse en una referencia mundial en investigación y desarrollo para sistemas ganaderos pastoriles. “Como abordaje estratégico se pone el foco en una comunidad científica globalmente conectada que permita generar información en toda la cadena de valor, desde pasturas y desempeño animal, hasta aspectos ambientales, preferencias del consumidor y modelos de negocio”.

Repetto dijo que la elección de los socios tiene en cuenta que son productores de alimentos, que apuntan a la intensificación sostenible, que tienen una escala similar a la de INIA y que están en el primer nivel mundial en lo que refiere a la excelencia científica. “Esto permitirá jugar un papel importante a nivel internacional en los procesos de intensificación sostenible en ganadería”, concluyó.

# DIRECTRIZ ESTRATÉGICA INSTITUCIONAL: CAPACITACIÓN

INIA tiene entre sus directrices estratégicas la de “incentivar el desarrollo integral de los colaboradores, para gestionar la estrategia de la organización y adaptarse a los cambios del entorno”. Esto determina que la profundización de los planes de capacitación y formación continua sea uno de los ejes de la acción institucional.

El instrumento para lograr este objetivo es el plan de capacitación de largo plazo, el que permite administrar la planificación y actualizar a los profesionales universitarios en centros de referencia internacional, como parte de una política consistente y sistemática de desarrollo del capital humano

## Martín Jaurena

El manejo del campo natural presenta el desafío de desarrollar estrategias de intensificación sostenible para superar el dilema producción-conservación. En este sentido, el conocimiento de los efectos de diferentes prácticas de intensificación en la diversidad de especies, la resiliencia y la estabilidad de la producción es clave para definir estrategias de manejo sostenible del campo natural.

Con el objetivo de mejorar la evaluación de tecnologías de intensificación en sistemas de producción basados en campo natural, el Ing. Agr. Martín Jaurena realizó estudios de doctorado en la Universidade Federal de Rio Grande do Sul en Brasil.

La capacitación fue orientada por el profesor Carlos Nabinger, un referente de manejo de pasturas naturales en el bioma Campos Sudamericano, y fue apoyada por una beca de posgrados en el exterior de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).

El trabajo de investigación de la tesis de doctorado se concentró en evaluar atributos indicadores de sostenibilidad (productividad, estabilidad y diversidad) en dos experimentos de mejoramiento del campo natural de mediano y largo plazo: i) fertilización nitrogenada y fosfatada en dos ambientes hídricos contrastantes (riego y secano), y ii) introducción de leguminosas y fertilización fosfatada.

En el primer experimento se encontró que la fertilización nitrogenada incrementó fuertemente la productividad, pero disminuyó la estabilidad, en un proceso relacionado con la disminución de la constancia de las especies más dominantes.

En cambio, la fertilización con fósforo y el riego incrementaron la estabilidad, debido a una mayor complementariedad en la producción de las especies menos



dominantes. En el segundo experimento se detectó un efecto negativo del incremento de la dosis de fertilización fosfatada en la riqueza de especies del campo natural y se identificaron niveles de fósforo en el suelo a partir de los cuales ocurren las pérdidas máximas de diversidad.

En síntesis, el trabajo de investigación del doctorado contribuyó a mejorar el conocimiento de metodologías para evaluar atributos de sostenibilidad del campo natural que son fundamentales para la evaluación de prácticas de manejo en procesos de intensificación. Adicionalmente, la capacitación fue una oportunidad para generar una red de contactos con profesores y estudiantes de universidades del sur de Brasil que actualmente participan en discusiones científicas, publicaciones e intercambio en temas de investigación en líneas de trabajo que resultan estratégicas para Uruguay.

# Nicolás Gutiérrez

Los procesos de investigación y desarrollo (I+D) tecnológico exigen, de forma creciente, el establecimiento de colaboraciones inter-organizacionales para el acceso a fuentes externas de conocimiento complementario.

Esta necesidad es enfatizada en el contexto de países en desarrollo como Uruguay, así como en acciones de I+D que involucran el uso, adaptación y/o desarrollo de tecnologías emergentes. Los esfuerzos de interacción y colaboración aportan a construir la capacidad nacional de investigación, desarrollo tecnológico e innovación al servicio del desarrollo socioeconómico del país.

Un alto grado de entendimiento de estos procesos de interacción ha sido logrado por ramas de las ciencias sociales, cuyo objeto de investigación son las alianzas y colaboraciones inter-organizacionales, el análisis de redes sociales, los sistemas nacionales de innovación y/o el estudio de procesos de investigación científica interdisciplinaria. Sin embargo, se requiere un entendimiento más profundo sobre la capacidad de las organizaciones y grupos de I+D para establecer colaboraciones e integrar conocimiento complementario de actores externos.

Con ese objetivo, Nicolás Gutiérrez realizó sus estudios de maestría y doctorado en el Departamento de Investigación en Política Científica y Tecnológica (SPRU) de la Universidad de Sussex, Reino Unido.

En su proyecto de tesis de doctorado titulado “Integración de conocimiento complementario a través de colaboraciones entre organizaciones públicas de I+D: El caso del sistema de innovación agro-biotecnológico en Uruguay”, Gutiérrez evaluó los principales factores que afectan el establecimiento de colaboraciones y el grado de integración de conocimiento externo alcanzado por grupos de I+D de Uruguay durante la ejecución de proyectos de investigación colaborativa en el campo de la biotecnología agrícola. Analizó, con particular atención, cómo las políticas e instrumentos de incentivo y reconocimiento a la comunidad científica nacional influyen la capacidad de los grupos de investigación de explotar sinergias potenciales con actores locales.

Los resultados de este estudio ofrecen contribuciones teóricas e implicancias relevantes para la definición de políticas y estrategias de investigación, tanto en



organizaciones individuales como a nivel nacional. El desempeño de los investigadores en los instrumentos de evaluación y reconocimiento existentes a nivel nacional, mostró una relación estadísticamente significativa con la capacidad de sus grupos de I+D de integrar conocimiento complementario y explotar potenciales sinergias.

Esto sugiere la necesidad de generar incentivos suplementarios que estimulen enfoques de I+D más integradores y/o que busquen explícitamente la solución de problemas tecnológicos locales. La estructura de los grupos de I+D mostró ser también un factor relevante. En particular, los estudiantes de posgrado que integran el grupo cumplen un rol de intermediarios o “puentes” promoviendo un acceso más flexible a capacidades de otros grupos, mejorando la capacidad de integrar conocimiento complementario.

La experiencia y conocimientos adquiridos fortalecerán la capacidad del Instituto de generar información en apoyo a la toma de decisiones de política y gestión institucional. Con este fin Nicolás Gutierrez se ha integrado al Grupo de Inteligencia Estratégica (Gerencia de Innovación y Comunicación) conformado recientemente por INIA en el marco de su nuevo Plan Estratégico.

# NUEVO COORDINADOR DE LA UNIDAD DE COMUNICACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Ing. Agr. Ernesto Restaino



La Junta Directiva de INIA designó al Ing. Agr. Ernesto Restaino como Coordinador de la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología (UCTT) a partir del 1° de diciembre, en sustitución del Ing. Agr. Raúl Gómez Miller, quien culminó su gestión luego de cuatro años en el cargo.

El Ing. Restaino ingresó a INIA en el año 1990, desde los inicios del Instituto, para encargarse de la Unidad de Transferencia de Tecnología de INIA La Estanzuela. Durante estos 26 años trabajó al frente de la Unidad en La Estanzuela, llevando adelante una activa estrategia de posicionamiento de la experimental en la región, que ha permitido implementar año a año una planificada oferta de actividades para los distintos segmentos de públicos de la estación, convocando en promedio a cerca de 5.000 asistentes anuales.

Restaino es egresado de la Facultad de Agronomía (1989) y obtuvo una Maestría en Extensión y Educación en la Universidad de Michigan State (USA, 2002).

Ha realizado especializaciones en su área de trabajo en Italia (1989-1990) y España (2008-2010). Durante su trayectoria institucional, ha ocupado anteriormente cargos de responsabilidad respondiendo a necesidades institucionales del momento: Gerencia de Difusión (1995-1999), Dirección Regional de INIA Salto Grande (junio-diciembre 2009).

Durante su trayectoria en INIA La Estanzuela ha logrado establecer una importante red de vinculación con actores referentes en la región. Llevó adelante junto a equipos técnicos de INIA y externos, actividades creativas en materia de difusión y transferencia, entre ellas, las ocho ediciones del Concurso Nacional de Silos de INIA, el acceso Web a información del programa de evaluación para trigo y soja en CultivaresUy.com.

En los últimos años, en base a la acción coordinada, la capacidad de aporte y el compromiso de los integrantes de la UCTT regionales, y con el apoyo del equipo de informática, se han logrado importantes avances institucionales en las áreas de comunicación y transferencia de tecnología. Se ha consolidado una base de más de 30 mil usuarios que periódicamente acceden a información sobre actividades y productos tecnológicos de INIA. Se puso en funcionamiento una plataforma Web de gran potencial con un importante caudal de información y se consolidó el catálogo de información agropecuaria (Ainfo) con más de ocho mil publicaciones en línea, accesibles a todos los usuarios. Se han implementado nuevas formas de comunicación con los clientes naturales de la institución: envío de newsletters, SMS, un canal de youtube, se han empezado a transmitir varias jornadas de la agenda anual por internet, entre otras.

Acerca de los desafíos en su nuevo cargo Restaino manifestó "Los cambios en los hábitos de consumo de información y el desarrollo de nuevos canales de comunicación plantean grandes oportunidades. La intención es continuar con la línea de trabajo que ha desarrollado INIA desde su creación, dinamizando algunos de estos procesos, con el objetivo de llegar a los clientes más importantes de INIA, los productores agropecuarios. En esta tarea son actores referentes los profesionales asesores vinculados a la agropecuaria y todas las instituciones que conforman el sistema múltiple de transferencia de tecnología del país, donde es necesario trabajar de manera articulada para conocer las demandas productivas y llegar con la información en tiempo y forma".





# ENTENDIENDO LA LÓGICA PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE LA CRÍA VACUNA EN URUGUAY

## Análisis de la tasa de preñez sobre el ingreso

Ing. Agr. (PhD) Juan Manuel Soares de Lima<sup>1</sup>  
Ing. Agr. (PhD) Fabio Montossi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción de Carne y Lana  
<sup>2</sup>Director Nacional

A diferencia de sistemas de recría o internada, de relativa simplicidad debido a las escasas categorías y productos de venta que se manejan, los sistemas de cría son complejos, con un alto número de categorías involucradas e interrelaciones entre ellas. En efecto, los sistemas de cría uruguayos tienen la particularidad de generar dos productos de venta, ambos de alta relevancia económica.

En este sentido, la tasa de preñez representa el “gatillo” que dispara el producto de venta que generará una vaca de cría en el sistema. Si al realizar el diagnóstico de gestación la vaca está preñada, el producto de la misma será un ternero destetado, aproximadamente un año después. Implícitamente, esta preñez también determina que la vaca se mantiene en el rodeo de cría,

por lo cual no debe ser reemplazada en esta instancia. Por el contrario, si la vaca se detecta vacía, la misma se transformará en un producto de venta, el cual podrá ser comercializado inmediatamente como vaca de internada o vaca manufactura, o destinarse eventualmente a un proceso de engorde cuya duración dependerá de los recursos forrajeros o alimenticios del predio. El hecho de que esta vaca salga del sistema de cría para convertirse en sí misma en un producto de venta, conlleva a que la misma deba ser reemplazada por otra hembra, de forma de mantener el número de vientres del rodeo.

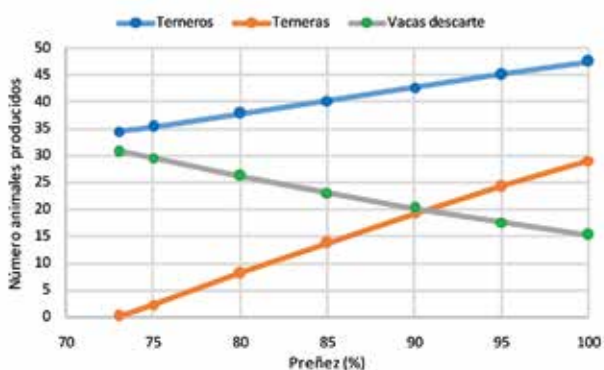
De esta forma, tenemos una “máquina de producción” (la vaca de cría) que genera dos productos de venta diferentes y, en una primera mirada, aparentemente antagónicos. Si una vaca se preña genera un ternero pero deja de generar una vaca para venta y si la vaca falla generará un determinado volumen de kilos de carne para la venta en el corto plazo (flaca o gorda), pero se obtiene un ternero menos y, necesariamente, debe retenerse una hembra para sustituir al animal descartado del rodeo de cría.

Hasta aquí la mirada individual al proceso, donde una vaca o está preñada o no lo está. Si consideramos el sistema de producción como un todo, lo que tenemos en realidad es un rodeo con un porcentaje que se preña y otro restante que no lo hace. Es así que llevado a una vaca, pero con una mirada sistémica, ese animal producirá un 70% de ternero/a y un restante 30% de vaca de descarte (ejemplo donde el destete es de 70%). Ante esta mirada, lo que tenemos es una generación complementaria de dos productos diferentes pero ambos altamente relevantes para el sistema, tanto desde el punto de vista físico como económico.

En la Figura 1 se muestran las cantidades de vacas de descarte, terneros y terneras excedentes generadas por un sistema de 100 vacas de cría y diferentes niveles de preñez<sup>1</sup>.

Con un porcentaje de preñez inferior a 73%, el número de hembras producido no alcanza para reponer las hembras descartadas anualmente, con lo cual se necesitaría comprar hembras de reposición. Por encima de este valor, el aumento de la preñez determina un incremento en la cantidad de terneros y terneras producidos y una reducción en las vacas de descarte. Con una preñez del 100% sólo se obtienen 15 vacas descartadas para la venta (todas por edad, porque no hay vacas falladas) y más de 76 terneros y terneras.

El número de terneros incrementales por cada 1% de preñez (pendiente de las curvas en la Figura 1), es de 0,48; el de terneras para venta es de 1,08 y el de vacas de descarte es de -0,58. Debe notarse que la estimación de estos valores, clave para comprender el efecto de la preñez sobre el sistema, no es trivial. Excepto para el caso de los terneros machos que simplemente se estima como medio ternero más (en el supuesto de que nacen mitad machos y mitad hembras) y se descuenta una tasa de mortalidad, en el caso de las terneras hembras y vacas de descarte su cálculo es sensiblemente más complejo.



**Figura 1** - Cabezas disponibles para venta por categorías según performance reproductiva

<sup>1</sup>Se asume descarte total de hembras falladas

Efectivamente, cada 1% incremental de preñez no sólo produce media ternera más (descontando mortalidad) sino que paralelamente libera una fracción de ternera para la venta, puesto que hay una vaca fallada menos para refugar. Esta fracción dependerá de la estructura de edades del rodeo, de las tasas de mortalidad consideradas y de la edad de primer entore.

En el caso de las vacas de descarte, la preñez incremental cambia el número de vacas en cada estrato de edad y por ende el número de vacas de última cría, a la vez que la cantidad de vacas falladas en cada grupo etario.

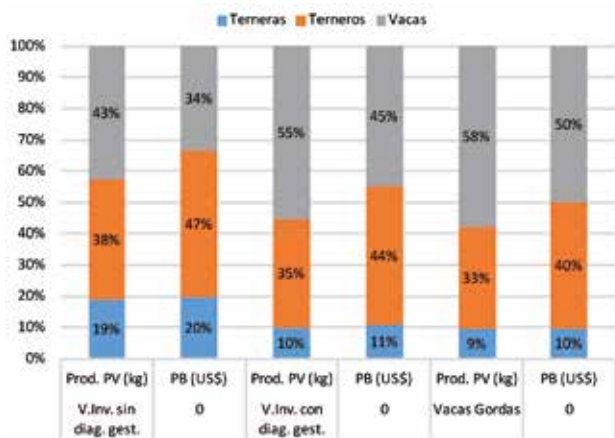
En resumen, la tasa de preñez es la variable que determina en qué proporción se obtendrán los diferentes productos del sistema (vacas de descarte vs. terneros/as). Se destaca el hecho de que ambos son productos fundamentales del sistema, en el sentido de que la vaca no es un subproducto en nuestros sistemas de cría, como puede ser en otros países o en un establecimiento lechero, donde el valor residual de una vaca es bajo en comparación con su valor mientras está en producción.

Para ilustrar este concepto, en la Figura 2 se presentan los ingresos por ventas de las distintas categorías en tres sistemas de cría diferentes, generados mediante simulación en base a sistemas reales de producción.

Las características de los mismos son:

1 - Sistema extensivo sobre campo natural: no realiza diagnóstico de gestación (DG) por lo cual las vacas falladas se mantienen en el campo hasta el siguiente entore. Las vacas de descarte por edad se venden al destete como vacas de invernada.

2 - Sistema extensivo sobre campo natural: realiza DG y se descartan todas las vacas falladas al destete. Tanto estas como las de última cría se venden al destete como vacas de invernada.



**Figura 2** - Proporción de los kg producidos y del ingreso por venta de las distintas categorías en tres sistemas criadores (Tasa de destete = 80%. Precio referencia en U\$/kg del ternero, ternera, vaca invernada y vaca gorda: 2,31, 1,93, 1,41 y 1,56 respectivamente)



Como se puede observar, excepto en el primer sistema no optimizado donde se mantienen las vacas vacías de un año al otro y solo se venden las vacas viejas, en los otros dos sistemas las vacas de descarte, ya sea que se comercialicen como vacas de invernada o vacas gordas, representan más de la mitad de los kilos producidos en el sistema y entre un 45 y 50% de los ingresos. Debe destacarse que estos valores se obtienen aún cuando estamos manejando una alta tasa de destete (80%).

Se debe tener en cuenta que en este balance de producción (terneros/as vs. vaca descarte), la producción de terneros depende fundamentalmente de aspectos reproductivos, los cuales en muchos casos son inamovibles (duración de la gestación, carencia de partos múltiples). Por el contrario, el proceso de descarte y engorde es más flexible y puede ser más fácil de manipular en cuanto a su eficiencia.

Dada la complejidad del sistema, la conveniencia económica de producir más de uno u otro producto (variación en la tasa de preñez o destete) dependerá de múltiples factores.

**FACTORES QUE AFECTAN EL IMPACTO ECONÓMICO DE MODIFICAR LA TASA DE PREÑEZ**

**Relación de precios ternero/vaca gorda**

Es evidente que, a una misma eficiencia biológica, la conveniencia económica de producir más de uno u otro producto está fuertemente determinada por la relación de precios entre ambos. En la Figura 3 se presenta la relación de precios ternero/vaca gorda, en forma mensual desde el año 2005 hasta noviembre 2016.

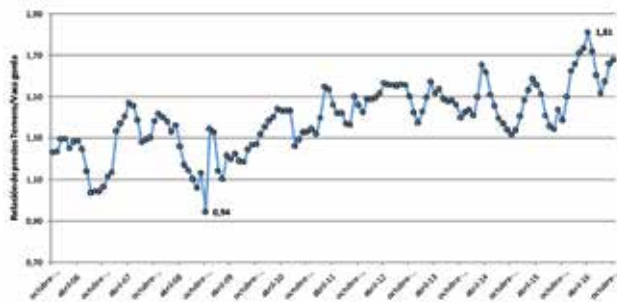
Luego de superada la crisis de precios del año 2008/2009, se verifica una suba que ha estado acompañada de un incremento en la relación de precios, manteniéndose desde entonces siempre por encima de 1,10 con valores promedio del orden de 1,39 y máximos superiores a 1,70.

Los valores actuales de este indicador favorecen sensiblemente el incremento de preñez o, lo que es lo mismo, el aumento en la producción de terneros/as en detrimento de las vacas de descarte. Se destacan en el gráfico dos valores extremos, observados en octubre de 2008, donde el ternero valía casi un 6% menos que la vaca gorda y en abril de 2016 con un valor del ternero un 81% superior al de la vaca gorda.

Habiendo establecido que en estos sistemas la producción de kilos de vaca es tan o más importante que la de terneros (especialmente en los que hacen engorde, Figura 2), resulta fácil deducir que a estas dos relaciones de precios tan extremas, los resultados económicos diferirán en forma muy importante.

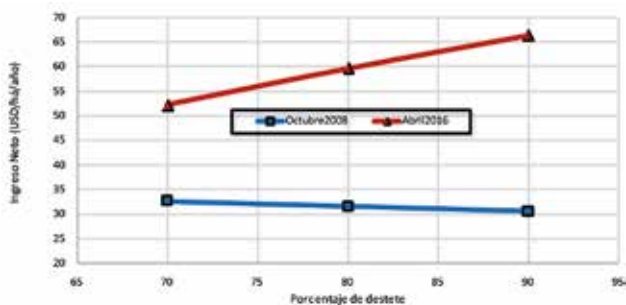
3 - Sistema mejorado: realiza DG y descarte de vacas falladas con posterior engorde de estas sobre mejoramientos extensivos.

Para poder aislar efectos, los tres sistemas se basan en un predio de 1000 hectáreas con base sobre campo natural, donde se realiza el primer entore con 2 años<sup>2</sup>.



**Figura 3** - Relaciones de precios ternero/vaca gorda en los últimos 11 años.

<sup>2</sup>Edad con que se entora aprox. el 60% de las vaquillonas en el país

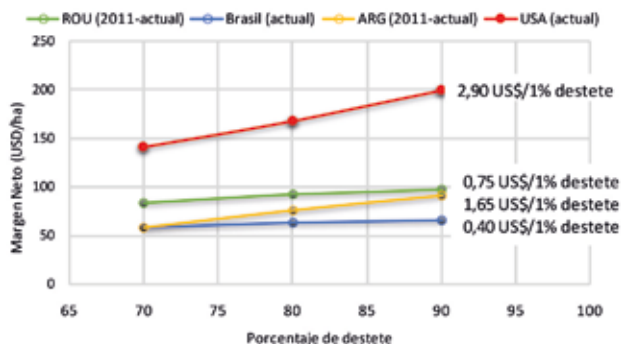


**Figura 4** - Margen neto obtenido en sistema de cría con porcentajes de preñez incrementales, considerando relaciones de precios ternero/vaca gorda mínimos (oct. 2008) y máximos (abril 2016) de la serie considerada (Nota: entorno 2 años; engorde de vacas sobre mejoramientos de campo).

Efectivamente, en la Figura 4 se presenta el Ingreso Neto (IN) obtenido por dos sistemas de cría con engorde de vacas que venden sus productos en los dos escenarios de precios planteados: octubre de 2008 y abril de 2016.

Los altos precios relativos de la vaca gorda del año 2008, superiores incluso a los del ternero, determinan que los mejores ingresos se den con tasas de destete menores, donde se incrementan las hembras falladas destinadas a engorde. En contraposición, los altos precios del ternero respecto a la vaca, registrados por ejemplo este año, no dejan lugar a dudas: preñar más vacas es el mejor negocio.

Así como se dan variaciones importantes en las relaciones de precios a lo largo de los años dentro del país, resulta interesante comparar valores de vacas de descarte en otras regiones, lo cual pone de manifiesto cuán diferente es el negocio en Uruguay. Mientras que en USA y Argentina el precio del kilo de vaca es el 34 y 43% del valor del ternero respectivamente, en nuestro país este porcentaje asciende al 68% y es de 77% en el caso de Brasil (Cuadro 1).



**Figura 5** - Margen neto obtenido en sistema de cría con diferentes porcentajes de preñez, considerando los precios de USA, ARG y Uruguay.

Considerando el sistema de cría con venta de vacas gordas, se presenta el ingreso neto a obtener con tres niveles de destete a los precios considerados en el cuadro anterior (Figura 5).

Mientras que con precios similares a los de USA, un sistema incrementaría en 2,90 US\$/ha su ingreso neto al aumentar cada punto de destete, en Uruguay este indicador es de 0,75 US\$/ha. En otras palabras, al pasar de 70 a 80% de destete, con los valores actuales el margen neto se incrementa en 7,50 US\$/ha. En el caso de simular un sistema con los precios de Argentina, el beneficio por incrementar la preñez es sensiblemente superior al de Uruguay (dos veces). Es importante destacar que si bien en Argentina el ternero vale un 12% más, los márgenes del negocio son inferiores, ya que la vaca vale un 30% menos, lo que determina una ventaja comparativa para nuestras condiciones productivas y de mercado al tener un mayor valor de la vaca relativo al ternero.

El caso de Brasil es aún más extremo, donde los altos valores relativos de la vaca gorda que representa casi un 80% del valor del ternero, determinan una curva con una pendiente muy baja, es decir, el retorno económico por incrementar la preñez es muy reducido.

**Cuadro 1** - Precios de vaca, novillo y ternero en diferentes países.

	Vaca gorda	Novillo	ternero
US\$/kg en pie (% respecto al ternero)			
Uruguay (2011-actual)	1,56 (68)	1,93 (84)	2,31 (100)
Argentina (2011-actual)	1,10 (43)	1,91 (74)	2,58 (100)
Brasil (actual)	1,40 (77)	1,60 (88)	1,82 (100)
USA (actual)	1,67 (34)	2,95 (61)	4,85 (100)

ternero/a, esta es contrarrestada con una pérdida marcada en producto vaca.

### Edad de primer entore

Todas aquellas variables que afecten al proceso reproductivo afectarán la producción de terneros y las que afecten el proceso de refugo/engorde/reposición de hembras afectarán el proceso de producción del producto vaca de descarte. Como se ha mencionado en varias ocasiones, en la medida que mejoramos la eficiencia en uno u otro proceso, la variación en las tasas de procreo implica respuestas diferentes del sistema.

La edad de primer entore afecta fuertemente la eficiencia global del proceso de cría, reduciendo la carga de categorías improductivas cuando la edad se reduce. En otras palabras, con un entore de tres años, donde una hembra va a dar su primer ternero a los cuatro años de edad, una vaca que falla compromete fuertemente el sistema ya que deberá ser reemplazada por una hembra que consumirá recursos forrajeros durante cuatro años para dar un ternero.

En contraparte, en un sistema de entore de 15 meses, la eficiencia en la reposición de hembras al rodeo determina que comparativamente no sea tan “pesado” para el sistema, descartar una vaca cuando falla. En la Figura 7 se muestran los resultados económicos de los 3 sistemas analizados, con edades de entore de 38, 26 y 14 meses. En el caso de entore de 14 meses se incluyen praderas y suplementación para las terneras. El planteo de un sistema con entore de 14 meses que no realice DG es sin duda poco realista, pero se trata de un ejercicio meramente ilustrativo para evaluar el efecto de la edad de entore combinado con otras variables asociadas a los sistemas evaluados y la tasa reproductiva.

Como se observa, excepto para el sistema sin DG, donde la producción de vacas está casi anulada al retenerse vacas vacías, en los otros dos sistemas la producción física es relativamente indiferente a la preñez puesto que se compensan kg de ternero con kg de vaca.

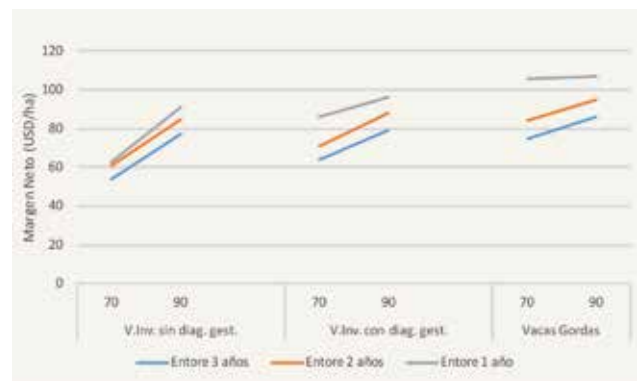


Figura 7 - Ingreso neto por sistema, según edad de primer entore y tasa de destete.

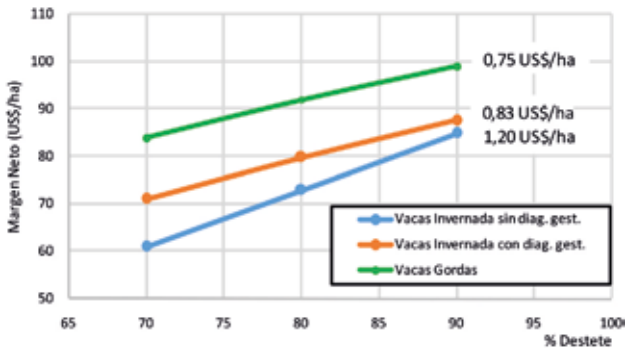


Figura 6 - Margen Neto de tres sistemas de cría según eficiencia reproductiva.

### Variables de manejo/intensificación del sistema

Como se ha mencionado, en un sistema en el que se producen dos productos complementarios, el incremento en la eficiencia en la producción de uno u otro determinarán una variación en la conveniencia relativa de cambiar la tasa de preñez.

En la Figura 6 se analizan los tres sistemas planteados al pasar de 70 a 90% de destete.

a) en el sistema que no realiza diagnóstico ni refugo de hembras falladas (sistema no optimizado), el aumento de la preñez determina un importante incremento en el retorno económico (1,20 US\$/unidad de preñez), si bien también es el que presenta los menores márgenes económicos. Evidentemente en esta situación la carencia de una medida de manejo, como el diagnóstico de gestación para mejorar la política de refugos, determina que una vaca que falla se transforma en una verdadera “carga” para el sistema, ya que esta debe ser mantenida consumiendo forraje durante un año para luego a su vez enfrentarse a la opción de quedar o no preñada y si así lo fuera, destetar un ternero al año siguiente.

b) el sistema con venta de vacas de invernada que realiza diagnóstico y refugo muestra mayores ingresos, pero su pendiente (US\$/unidad de preñez) desciende a 0,83.

c) por último, en el sistema que engorda las vacas falladas se mejora la eficiencia en el proceso que involucra la venta del producto vaca, al engordar sobre mejoramientos se incrementan los kilos de venta en forma eficiente y se valorizan todos los kg del animal al comercializarlas como vaca gorda. Por este motivo, y si bien a mayor preñez el retorno se incrementa, la pendiente es muy baja (0,75 US\$/unidad de preñez) puesto que si bien hay una importante ganancia en producto

Igualmente, a los precios y relaciones de precios manejadas (promedios desde 2011 hasta hoy), se ve un retorno positivo a la preñez en todos los casos, si bien en sistemas de entore precoz y engorde de vacas, este diferencial es mínimo (70% destete = 106 US\$/ha vs. 90% destete = 107 US\$/ha).

Como se ha discutido, en épocas donde se dieron relaciones de precio flaco/gordo inferiores a las actuales e incluso inferiores a 1, algunos de estos sistemas más intensivos reducían su ingreso con el incremento de la preñez, convirtiéndose en sistemas de engorde de vacas con abastecimiento propio más que sistemas de cría.

Debe destacarse que todos los ejemplos planteados utilizan valores mínimos de destete del 70%, ya que según otros supuestos de mortandad por categorías, estratos de vacas en el rodeo, etc., valores inferiores no permitirían mantener el número de hembras del rodeo.

### ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

- Con los precios manejados en las simulaciones de sistemas reales de producción y aún más si consideramos precios actuales, los sistemas de cría pueden incrementar su retorno al incrementar la eficiencia reproductiva.
- De cualquier manera, se debe comprender que el negocio en Uruguay es sensiblemente diferente a muchos países, incluso muy cercanos como Argentina. En nuestras condiciones, la vaca no es un subproducto del

sistema, de bajo valor relativo, sino que es un producto principal y que en muchos casos supera en importancia física y económica a la producción de terneros.

- Es importante tener el concepto anterior muy presente a la hora de evaluar alternativas de mejora en los sistemas, en el sentido en que medidas de alto costo para incrementar la preñez pueden no obtener un retorno económico acorde, especialmente en sistemas con engorde de vacas, donde el beneficio marginal de la preñez es menor que en sistemas puros de cría.
- Son necesarios porcentajes de destete del orden del 70% para asegurar la reposición de hembras del rodeo. Valores inferiores determinan la necesidad de comprar hembras, incrementando inversiones y gastos del sistema.
- La reducción de la edad al primer entore tiene un alto impacto productivo y económico en los sistemas de cría.

Los procesos de adopción de tecnología son muy complejos, interviniendo factores de origen tecnológico y no tecnológico donde, entre otros, se requiere de un tiempo prudencial de maduración y de la permanencia de señales favorables para que los cambios ocurran.

Como instituto de investigación e innovación, INIA ofrece diversas opciones tecnológicas que contemplan diferentes públicos, condiciones agroecológicas, productivas y de mercado, para que los productores dispongan de la mejor información en tiempo y forma para favorecer el proceso de toma de decisiones.





# DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDAD OVÁRICA: una herramienta que debemos conocer

Ing. Agr. (PhD) Graciela Quintans

Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

## ¿QUÉ ES EL DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDAD OVÁRICA (DAO)?

El DAO es una técnica que nos permite evaluar el grado de actividad ovárica de una hembra vacuna. Las vaquillonas presentan anestros (“no celo”) prepuberales, antes de comenzar su vida reproductiva y, al igual que las vacas, pueden presentar otro tipo de anestro como, por ejemplo, nutricional. Por otra parte, las vacas presentan anestro durante el período posterior al parto. La duración del anestro posparto depende de varios factores, pero la condición corporal, el balance energético y el amamantamiento son los que más influyen en el mismo.

En estos periodos de anestro las vacas presentan ovarios que si bien tienen folículos que crecen, estos re-

gresan, no completan su desarrollo y por lo tanto nunca llegan a ovular. Por eso el período de anestro se caracteriza por no poseer un cuerpo lúteo, estructura que se forma en el ovario después de la ovulación.

La mayor utilidad del DAO es que, luego de saber el estatus ovárico de los animales, nos permite proyectar una probabilidad de preñez y, por otro lado, posibilita corregir un escenario adverso a través de la implementación de las medidas de manejo correspondientes.

## ¿CÓMO Y CUÁNDO SE REALIZA?

En general se realiza a través de ultrasonografía (usando un ecógrafo), recorriendo los dos ovarios. En función de lo que se observe se clasifican los animales para una posterior toma de decisiones de manejo.



Embrión de 37 días  
(vaca preñada)

Ovario con un cuerpo lúteo  
(vaca ciclando)

Ovario con folículos  
(vaca en anestro)

**Figura 1** - Diferentes estados de actividad ovárica

Es así que si se observa un embrión daremos a la vaca por preñada y si se observa un cuerpo lúteo clasificaremos a la vaca como ciclando. De todas formas es posible que esta última esté preñada, ya que se necesitan al menos 20 días desde la concepción para que el embrión se pueda visualizar en la pantalla del ecógrafo. Por otra parte, si no se observa ni embrión ni cuerpo lúteo, ese animal será clasificado en anestro (Figura 1). Luego de observar los diferentes folículos en los ovarios, y dependiendo del tamaño de los mismos, se realiza una clasificación. Si los folículos son pequeños en ambos ovarios, no superando el mayor de ellos los 7 mm, la vaca se encuentra en anestro profundo. Si el folículo mayor es de 8 mm o más, estaremos frente a un anestro superficial.

Es conveniente utilizar esta herramienta del DAO en la mitad del entore, o sea que en un servicio de 90 días, es conveniente realizarlo entre el día 35 y 45 de iniciado el servicio. De esta forma si hay que aplicar medidas de manejo para revertir una situación de anestro, tendremos tiempo para incorporarlas y para que las vacas respondan a las mismas.

Sin embargo, muchos productores están solicitando esta técnica más temprano en el servicio, de forma de incrementar la cabeza de preñez y por lo tanto de parición.

Esta técnica puede ser aplicada de forma individual, o sea en cada uno de los animales del rodeo, o hacerlo a una muestra de los mismos. Para usar esta última alternativa es imperioso tener el ganado muy bien clasificado (cabeza, cuerpo y cola de parición y primíparas separadas) de forma de hacer un uso eficiente de la información.

### ¿QUÉ HACER CON LA INFORMACIÓN?

El técnico asesor deberá evaluar las diferentes alternativas de manejo frente al escenario que se presente. Para ello no puede tener en cuenta el resultado del DAO de forma aislada, sino dentro del contexto del predio y del año. La condición corporal (CC) de las vacas, el estado del campo (disponibilidad y calidad de pasturas), el efecto climático (ej. sequía de verano) son algunos

de los elementos que también deben considerarse de forma sistémica a la hora de tomar decisiones.

Los resultados de la investigación nacional muestran que vacas en anestro superficial y en CC al parto entre 3,5 y 4 unidades, responden al destete temporario con tablilla nasal de forma consistente. Hemos reportado que vacas entre 60 y 80 días de paridas, cuando no se les aplicó ningún manejo de control de amamantamiento, alcanzaron una tasa de preñez de 58% mientras que con la aplicación de un destete temporario con tablilla nasal durante 14 días lograron 92% de preñez.

Es importante destacar que cuando las vacas se encuentran en anestro profundo, el destete precoz es una tecnología de alto impacto para lograr sacar del anestro a estos animales para que puedan alcanzar altas tasas de preñez.







# AVENA FORRAJERA 'INIA COLUMBA': un cultivar para siembras tempranas y uso en doble propósito (pastoreo y reservas)

Ing. Agr. (PhD) Federico Condón, Ing. Agr. (MSc)  
María José Cuitiño, Ing. Agr. (MSc) Carlos Rossi,  
Ing. Agr. (MSc) Mónica Rebuffo, Alejandro Laún.

Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

## RESUMEN

INIA Columba<sup>1</sup> (LE Px133) es un cultivar de avena forrajera producto del cruzamiento de una planta de Estanzuela 1095a (seleccionada por su lento enroscamiento) e INIA Polaris, desarrollada en el marco del programa de mejoramiento genético de avena forrajera en INIA La Estanzuela.

Ha sido seleccionada por su buena adaptación a siembras tempranas, una fenología adecuada al pastoreo, resistencia parcial a roya de la hoja y alta producción de grano, todos elementos importantes para mejorar la producción de los verdeos de invierno.

## ANTECEDENTES

Los verdeos de invierno aportan forraje en un momento del año en el que, dependiendo de las rotaciones, se da una reducción de hasta un 33% en el área efectiva de pastoreo, proporcionando flexibilidad a los sistemas pastoriles (Formoso 2009). Es así que la siembra de gramíneas anuales a fin del verano o principios del otoño genera la posibilidad de implantar en forma rápida una pastura que entrega forraje rápido en un momento crítico por baja oferta y calidad limitada.

La avena es la segunda especie más sembrada en Uruguay como verdeo de invierno, después del raigrás.

<sup>1</sup>Los interesados en obtener mayor información acerca de INIA COLUMBA podrán contactarse a través del e-mail [cultivares@inia.org.uy](mailto:cultivares@inia.org.uy) o al teléfono 4574 8000 int 1508

En base a las estadísticas de uso de semilla de INASE ([www.inase.org.uy](http://www.inase.org.uy)) se puede estimar un área de avena forrajera de 150 a 180 mil hectáreas por año.

Las épocas de siembra recomendadas históricamente eran de mediados de marzo a fines de abril (Carámbula, 2007), aunque en la actualidad se priorizan siembras más tempranas, durante el mes de febrero (Formoso, 2010). Esta siembra temprana busca una entrega más precoz de forraje, pero conlleva un mayor riesgo, al ubicar el momento de implantación en un ambiente estresante, con altas temperaturas, frecuentemente con baja disponibilidad hídrica y una mayor posibilidad de estreses bióticos, como ataques de pulgones (Condón y otros, 2010) e infección con el virus BYDV, condiciones a las que otras especies no se adaptan. Históricamente el germoplasma utilizado ha sido de *Avena sativa* subsp. byzantina (K. Koch) Romero Zarco, comúnmente conocida como avena amarilla, y en particular el cultivar Estanzuela 1095a.

Más adelante en el desarrollo del cultivo, la avena puede ser atacada por un complejo de enfermedades causadas por hongos, como la roya de hoja (*Puccinia coronata* Corda var. *Avenae* W.P. Fraser Ledingham), roya de tallo (*Puccinia graminis* var. *Avenae*), así como por un complejo de manchas foliares (*Dreschlera* sp.) y bacterias (*Pseudomonas* sp) que pueden causar la pérdida total del área foliar y el debilitamiento del tallo. La roya de hoja es una enfermedad que afecta la etapa vegetativa del cultivo mientras hay temperaturas medias, características del otoño, generando pérdidas de forraje en cantidad y calidad. Luego se detiene en el invierno debido a las bajas temperaturas y puede reaparecer en la primavera al momento de encañado, afectando la producción de grano.



Los frecuentes cambios en las razas de roya de hoja provocan que cultivares con resistencia completa, conferida por genes mayores, pasen a ser altamente susceptibles en pocos años. La estrategia planteada por INIA para el mejoramiento de avena forrajera ha tenido como principal objetivo combinar la adaptación a siembras de febrero y buena producción de forraje otoño invernal en siembra directa, con buen potencial de rendimiento de grano. Desde el punto de vista sanitario, se ha buscado incorporar resistencia de tipo parcial a roya de hoja, que se espera sea más durable, por un avance más lento de la enfermedad no generando pérdidas en producción de forraje, aunque no confiere inmunidad.

## CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR

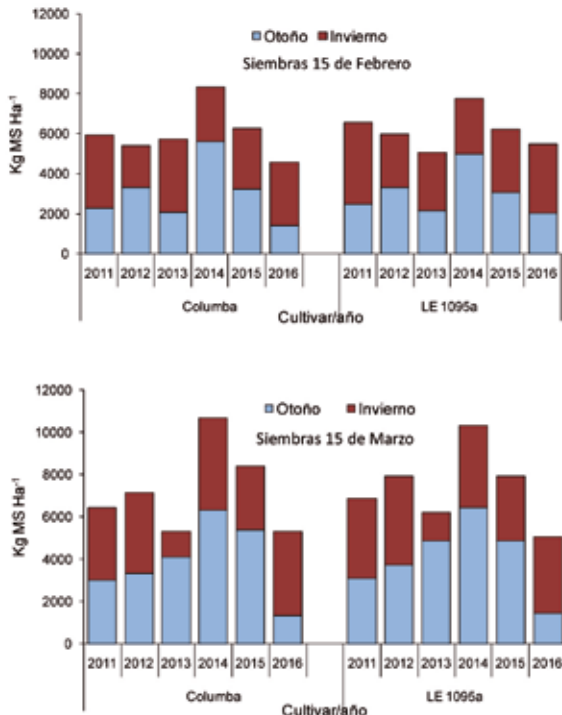
**Aspectos generales** - INIA Columba es un cultivar de avena blanca, de hábito vegetativo semi-postrado, aunque en estado reproductivo es más bajo que Estanzuela 1095a (100 vs 120 cm), presentando una mejor caña, y por lo tanto menores índices de vuelco (50 a 70% menos que Estanzuela 1095a).

**Fenología y manejo recomendado** - El poder predecir el momento de floración de cada cultivar es importante para definir la adaptación del mismo al pastoreo y ajustar su manejo en función a la fecha de siembra. En general, si su siembra es temprana, cuanto más demore en llegar a floración, se espera que el pastoreo cause menos daño por muerte de macollos inducidos.

En la Figura 1 se puede observar una simulación de la fecha de floración (sin pastoreo) para un año promedio en INIA La Estanzuela.



**Figura 1** - Fecha de floración (línea) y días a panojado (columnas) para INIA Columba sembrada los primeros de cada mes, para un año promedio en INIA La Estanzuela de acuerdo al modelo RodMod (Uribe, E., A. Berger, A. y Condón, F. 2016, sin publicar).



**Figura 2** - Producción estacional de forraje en otoño (kg MS/ha) (azul) e invierno (rojo), para el período 2011-2016, en INIA La Estanzuela para los cultivares INIA Columba y Estanzuela 1095a.

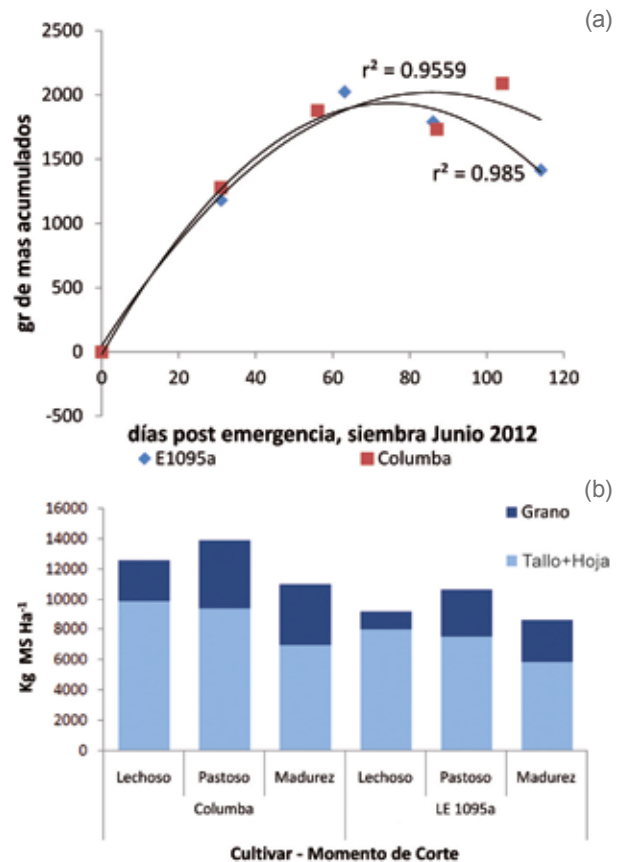
Debido a su respuesta combinada a la temperatura y el fotoperíodo, INIA Columba presenta un ciclo de 120 días hasta floración, sembrada a principios de febrero, que se acorta a medida que se atrasa su siembra y que llega a un mínimo de 65 días para siembras de mayo-junio, y luego comienza a estirarse nuevamente en fechas más tardías. En este sentido, su ciclo en siembras tempranas es más corto que el de Estanzuela 1095a.

Por este motivo, se recomienda realizar el primer pastoreo temprano, lo que es más importante cuanto más tardía sea la siembra del cultivar. Se estima que un buen manejo del primer pastoreo se debería hacer en torno a los 20-25 cm de altura para asegurar la postergación de la inducción floral. INIA Columba se adapta muy bien a siembras de febrero, en las que se recomienda no dejar acumular excesivo forraje, en especial previo al primer pastoreo. Igualmente, se ha comprobado que este cultivar tiene muy buena capacidad de rebrote aún cuando se pastorea encañado.

**Producción de forraje** - INIA Columba presenta una producción estacional de forraje que no se diferencia significativamente de Estanzuela 1095a en siembras de febrero y marzo (Figura 2 a y b), con promedios acumulados para las dos épocas en torno a los 6000 kg MS/ha, dependiente de las temperaturas que favorezcan el

crecimiento y la disponibilidad de agua. En promedio, las siembras del 15 de febrero darían el primer pastoreo en los primeros diez días de abril, mientras que las siembras de marzo normalmente han dado su primer pastoreo a fines de abril o la primera semana de mayo, dependiendo de las condiciones ambientales. Si bien INIA Columba tiene una distribución estacional similar a Estanzuela 1095a, tanto en siembras de febrero como marzo, la producción de marzo ha sido ligeramente superior para ambos cultivares en nuestros ensayos.

**Acumulación de forraje para reserva** - Los resultados experimentales indican que INIA Columba (en parte debido a su sanidad) tiene una curva de acumulación de materia seca que decae más tarde que la de Estanzuela 1095a, tanto en estado de grano lechoso como de grano pastoso (Figura 3 a). Esta diferencia se traduce en una mayor producción de materia seca total a madurez y mayor proporción de su materia seca total ubicada en el grano, (Figura 3b), con un 30% más que en Estanzuela 1095a (diferencia estadísticamente significativa), y por lo tanto en una mayor calidad nutricional esperada en la reserva.



**Figura 3** - (a) Curva de acumulación de materia seca (kg MS/ha) medida en cuatro momentos del desarrollo del cultivo (3 nudos, embuche, grano pastoso y grano lechoso, en el año 2012) y (b) Caracterización de la distribución de la materia seca acumulada de primavera en kg MS/ha (La Estanzuela, 2015) para Columba y Estanzuela 1095 a. Fuente: Condón, F. 2016 siembras de marzo, con cierre a fines de julio.

**Cuadro 1** - Promedio del comportamiento sanitario de los cultivares INIA Polaris, Estanzuela 1095a e INIA Columba frente a virus (BYDV), roya de la hoja (RH), roya de tallo (*Puccinia graminis*) y manchas foliares (MF *Drechslera avenae* y *Septoria avenae*). Años 2010 a 2016.

	BYDV (7)	RH (15)	MF (9)	RT (9)
INIA Polaris (Testigo susceptible)	2,2	5,0	1,8	3,2
Estanzuela 1095 a	2,3	3,9	1,8	1,0
Columba (LE P x 133)	2,4	2,0	1,8	1,0

## Sanidad

**Roya de la Hoja:** INIA Columba ha presentado un buen comportamiento frente a roya de la hoja (Cuadro 1), normalmente con valores de infección de un 20 a 30% menores que Estanzuela 1095a. Sin embargo, llega a valores de infección de 50% de roya de hoja a finales de su ciclo, que combinados con manchas foliares pueden significar pérdidas de área foliar de hasta un 70% (20 a 30% menores que Estanzuela 1095a). Este aspecto debe ser tenido en cuenta principalmente para producción de semillas, para lo cual se recomienda monitorear el cultivo y considerar la aplicación de fungicidas si es necesario.

**Roya de Tallo:** Los datos disponibles ubican a INIA Columba con un comportamiento bueno frente a roya de tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*), siendo muy poco frecuente su presencia y con baja incidencia (Cuadro 1).

**Manchas Foliares y Virus BYDV:** Las lecturas realizadas muestran valores de infección medios y similares a los cultivares comerciales más difundidos (Cuadro 1).

## Producción de semilla

INIA Columba presenta un alto potencial de rendimiento de semilla/grano comparado con el de Estanzuela 1095a. Esto se basa en las características intrínsecas del cultivar, su sanidad y su mayor resistencia al vuelco. Su rendimiento de semilla, medido en ensayos del programa de mejoramiento (años 2012 a 2015) y comprobado en las multiplicaciones en INIA La Estanzuela, supera los 4000 kg/ha, lo cual lo hace una opción muy competitiva frente a otras alternativas agrícolas.

## CONCLUSIONES

- INIA Columba es un cultivar que se adapta a siembras tempranas.
- Presenta una producción de forraje similar a la de Estanzuela 1095a en el periodo otoño-invierno.
- Es una muy buena opción respecto a las avenas del tipo amarillas para su uso como doble propósito: pastoreo y reserva forrajera (cantidad y calidad).

- INIA Columba marca una diferencia debido a su buena sanidad y potencial de producción de semilla/grano, lo que lo hace muy adecuada para planteos exclusivos de producción de reservas de forraje y de grano húmedo.

## LECTURAS CONSULTADAS

Carámbula, M. Verdeos de invierno Montevideo (Uruguay): Hemisferio Sur, 2007 178p

Condón, F.; Rebuffo, M.; Alzugaray, M.; Cuitiño, M. Mejoramiento genético de avena por resistencia al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis Graminum Rondani*). In: Altier, N.; Rebuffo, M.; Cabrera, K (eds). Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo (Uruguay): INIA, 2010. p. 97-103 (INIA Serie Técnica; 183)

Formoso, F. Efectos de la época, métodos de siembra y el estrés calórico sobre los rendimientos de forraje en verdeos de invierno. En: Formoso, F. Producción de forraje y calidad de verdeos de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales. Montevideo: INIA, 2010.

Formoso, F. Aspectos a considerar para mejorar la producción y utilización de forraje durante otoño e invierno Revista INIA, 2009, N° 17, p. 41-47





# LOTUS PEDUNCULATUS INIA E-TANIN: una leguminosa forrajera para mejoramiento de campo natural

Ing. Agr. (MSc) Mónica Rebuffo<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. (MSc) Carlos Rossi<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Florencia Maranges<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

<sup>2</sup>Unidad de Semillas

<sup>3</sup>Gerencia de Innovación y Comunicación

- Cultivar diploide, perenne estival, sin reposo invernal
- Floración muy temprana y elevada producción de semilla
- Hábito semi-erecto con rizomas cortos
- Alto contenido de taninos condensados
- Muy buena sanidad foliar
- Ideal para incluir en mejoramientos de campo natural
- Adaptado a suelos ácidos de baja fertilidad
- Excelente adaptación a bajos

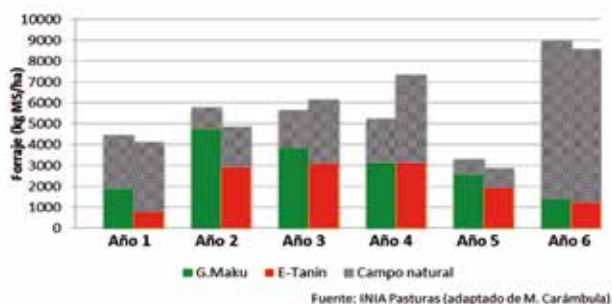
## ANTECEDENTES

En 1987 INIA inició un programa de introducción de líneas experimentales (originarias de Portugal y Australia) de *Lotus pedunculatus* con la intención de seleccionar aquellas que combinaran adecuadas caracterís-

ticas agronómicas y destacado rendimiento de semilla. El mejoramiento generó la línea experimental 'LE 627' de propagación vegetativa mediante rizomas, buena hojósidad y excelente producción de semilla. En 2002, se comenzaron a seleccionar las plantas resistentes a roya dentro de la línea 'LE 627', proceso que culminó con la selección de los clones que integran el nuevo cultivar INIA E-Tanin (LE 306).

## CARACTERÍSTICAS

INIA E-Tanin es un lotus diploide, perenne estival, de floración muy temprana y sin reposo invernal, con alto potencial de producción de semillas y propagación vegetativa mediante rizomas. Su ciclo de crecimiento es algo más temprano que los cultivares nacionales



**Figura 1** - Producción de forraje en mejoramientos extensivos (kg de MS/ha).

de *Lotus corniculatus* (tipo ‘San Gabriel’) y comparativamente muy temprano en relación al cultivar tetraploide *Lotus pedunculatus* ‘Grasslands Maku’.

INIA E-Tanin incrementa la diversidad de leguminosas disponibles para mejoramientos de campo. Al ser evaluado en áreas ganaderas extensivas, y en comparación con ‘Grasslands Maku’, su hábito semi-erecto se integra con la comunidad vegetal de campo natural con baja agresividad, aporta nitrógeno y produce forraje de calidad con menor sustitución de especies del campo natural. Al igual que otros cultivares dentro de las especies del género *Lotus*, no tiene alta demanda de fósforo y no produce meteorismo por su alto contenido de taninos.

INIA E-Tanin se recomienda como una alternativa para ampliar el menú de leguminosas disponibles para los mejoramientos de campo natural. Con adecuados establecimientos de marzo o abril en cobertura se logra obtener entre 5,5 y 6,5 toneladas de MS/ha en el segundo año, con una muy buena persistencia vegetativa. Una característica destacada es la menor agresividad en los mejoramientos de campo, permitiendo combinarse mejor con el tapiz natural que ‘Grasslands Maku’. Se recomienda su uso bajo condiciones de pastoreo controlado, pues por ser más erecto, el pastoreo continuo e intenso puede afectarlo.

Dentro de las características más destacables que diferencian INIA E-Tanin de ‘Grasslands Maku’ se encuentran el alto potencial de producción de semilla, por una mayor densidad de umbelas/tallo, así como la resistencia a roya y su floración temprana.

## IMPLANTACIÓN Y MANEJO

Se adapta a un amplio rango de suelos, destacándose por su tolerancia a suelos ácidos y/o de baja fertilidad y especialmente a suelos bajos. Está especialmente indicado para siembras en cobertura, con una densidad

de siembra de 2-4 kg/ha, recomendándose hacerlo en otoño temprano (mediados de marzo–abril) para favorecer el desarrollo de las plántulas antes del invierno. Las fertilizaciones de fósforo en la implantación son las recomendadas para la especie. La siembra temprana también mejora el establecimiento de la nodulación, debiendo inocularse con la cepa recomendada comercialmente para esta especie (*Bradyrhizobium loti*), debiendo tener especial cuidado en el proceso de inoculación e incluso utilizando doble dosis de inoculante en suelos donde exista historia de otras leguminosas diferentes a ‘Grasslands Maku’.

Como cultivar destinado a mejoramientos de campo, la alta producción de semillas también es un beneficio que permite crear un banco de semillas en el suelo, facilitando su resiembra como estrategia para la persistencia productiva. La resiembra se favorece con alivios de pastoreo en primavera (noviembre – diciembre). Por ser una planta perenne no es necesario dejar semillar todos los años, pero puede ser una estrategia apropiada hacerlo en situaciones de inadecuada implantación o cada 2 o 3 años como “seguro” ante posibles eventos extremos.

## USO RECOMENDADO

INIA E-Tanin es un material complementario a otras opciones de leguminosas disponibles para mejoramientos de campo en predios ganaderos. El énfasis de la selección logró un material cuyas fortalezas se basan en la producción de semillas, lo que facilita el acceso al mercado y ayuda a crear un banco de semillas para regenerar la leguminosa en el tapiz.



**Figura 2** - Mejoramiento de campo natural en campo experimental del SUL (Cerro Colorado, Florida). Foto: Ing. Agr. Daniel Formoso.



INIA E-Tanin es un cultivar con alto contenido de taninos, característica que facilita su uso en condiciones de pastoreo directo y también reduce la incidencia de daño por insectos, así como un aporte anti-helmíntico cuya magnitud se está estudiando.

El material ofrece muy buenos atributos de producción de forraje y semillas, que lo muestran como una muy buena alternativa para contribuir a resolver con éxito la problemática de la producción de forraje en amplias zonas del país<sup>1</sup>.

### LOS PRODUCTORES OPINAN

A continuación se presenta una entrevista realizada al Ing. Agr. Jorge Bianchi, productor ganadero de la zona de Paso de la Laguna, Treinta y Tres.

### INFORMACIÓN GENERAL

**Localización:** Colonia Jefferies, camino Paso de la Laguna. Treinta y Tres

**Superficie mejorada con INIA E-TANIN:** 30 hectáreas

**Fecha de siembra:** 15 de mayo de 2015

**Método de siembra:** cobertura

**Densidad de siembra y fertilización inicial:** 4 kg/ha y 300 kg/ha de fosforita

**Tipo de suelos:** 12.11

### ¿Por qué decidió sembrar INIA E-TANIN?

Tengo el 80% del predio mejorado, siendo el material más utilizado 'Grasslands Makú'. Considerando este último punto fue que me interesó diversificar los mejoramientos con una nueva variedad de alta producción de semilla y de buen comportamiento en condiciones húmedas.

### ¿Qué características destaca del nuevo cultivar?

Considero que INIA E-Tanin es una opción atractiva por su alta producción de semilla lo que permite aumentar considerablemente la población de plantas del mejoramiento año a año. Además compete menos con el campo natural y se logra un buen balance entre las distintas pasturas.

Por otro lado, destaco el hecho de que se trate de una especie perenne, ya que al compararlo con *Lotus Rincon* ofrece más comida en el otoño-invierno.

Por último, he visto que tiene un excelente comportamiento en los bajos, lo que me posibilita mejorar áreas donde escasean opciones en el mercado.

### ¿Cuáles son las medidas de manejo que ha seguido para tener un mejoramiento de INIA E-TANIN productivo?

Según mi experiencia ha sido fundamental la densidad de siembra (4 kg/ha) así como la fertilización inicial y la re-fertilización en el pasado otoño. Estaba al tanto de que se trataba de una opción de lenta implantación y que partía de suelos muy pobres en fósforo, por lo tanto era fundamental hacer una buena inversión inicial en semilla y fertilizante.

Por otro lado, creo que es muy importante ajustar el manejo del campo natural, para conseguir en la siembra un buen contacto semilla-suelo y evitar que el campo le compita demasiado cuando se está implantando.

Además he visto que el pastoreo debe ser controlado, ya que necesita períodos de descanso para recuperarse.

Finalmente, creo que es importante aliviar la carga a fines de primavera, principalmente en el primer y segundo año, para conseguir un buen "banco de semillas" en el suelo.

**Status varietal:** cultivar protegido.

**Licenciatarios:** Serkan, Mesa Semillerista del Este (AgroPick, Calvase, Soc. Fom. Rural Ortiz, Valle Tenue, Soc. Fom. Rural Cerro Largo), Gentos, Procampo, PGG Wrightson

<sup>1</sup>Los interesados en obtener mayor información acerca de INIA E-TANIN podrán contactarse por mail: [cultivares@inia.org.uy](mailto:cultivares@inia.org.uy) o al teléfono +598 4574 8000 int 1508



# SOJA: RENDIMIENTO CON Y SIN RIEGO A DIFERENTES POBLACIONES DE SIEMBRA

Ing. Agr. Alberto Fassio, Ing. Agr. (Mag.) Osvaldo Pérez  
Tec. Agr. Wilfredo Ibáñez\*, Carlos Rabaza,  
Glenda Vergara, Ing. Agr. (PhD) Jorge Sawchik,  
Téc. Agr. Marcelo Schusselin, Leonardo Silva

Programa Nacional de Cultivos de Secano  
\* Consultor en Bioestadística

## INTRODUCCIÓN

Dos de los factores más importantes para el manejo de los cultivos son la aplicación del riego suplementario y la modificación de la población de plantas. Estos tienen una importancia relativa mayor para la producción de cultivos estivales en regiones como las de Uruguay, debido a la aleatoriedad del régimen pluviométrico en cantidad y oportunidad, a lo relativamente poco profundo de los suelos y a sus problemas de infiltración (Durán, 1997). De este modo, sobre todo en los meses de mayor demanda atmosférica, es normal que casi siempre ocurran deficiencias hídricas.

La población y distribución de plantas no sólo tiene que ver con la eficiencia de captura de luz, sino también con la eficiencia de uso del agua, entre otros aspectos.

Esta interdependencia entre ambos factores conduce a la hipótesis de que la población óptima de siembra puede variar según se trate de cultivos de secano o de cultivos regados. Dada la importancia del cultivo de soja en Uruguay, el objetivo de este trabajo fue estudiar cómo se afecta su rendimiento, con y sin riego, según el número de plantas cosechadas.

## CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

La siembra se realizó el 16 de noviembre en la estación experimental INIA La Estanzuela. El diseño experimental fue de dos experimentos con y sin riego (secano y riego), dispuestos en tres repeticiones (bloques). A su vez, en cada experimento se sortearon dos factores (población y cultivar). Se estudiaron cuatro poblaciones objetivo: 220, 330, 440 y 550 mil plantas/ha, y cuatro



cultivares tolerantes a glifosato de dos grupos de madurez (GM): NIDERA A 5009 RG y RM 5500 (GM V); y NIDERA A 6126 RG y DON MARIO 6.8 i (GM VI).

La siembra se realizó con una sembradora experimental regulada a 0,40 m de distancia entre hileras y utilizando semilla inoculada de acuerdo a lo recomendado por el fabricante. Considerando el nivel de fósforo disponible, los experimentos se fertilizaron con una cantidad que excediera el umbral de respuesta. Se realizaron aplicaciones químicas de rutina para el control de malezas e insectos. Al experimento de riego se le aplicaron cinco riegos que sumaron 102 mm de agua (Figura 1). La cosecha de los cuatro cultivares fue realizada el 8 de mayo de forma manual, eligiendo tramos con competencia de plantas en la hilera y entre hileras. Las variables medidas fueron número de plantas implantadas, número de plantas a cosecha y rendimiento de grano corregido a 13% de humedad.

## ALGUNOS CONCEPTOS

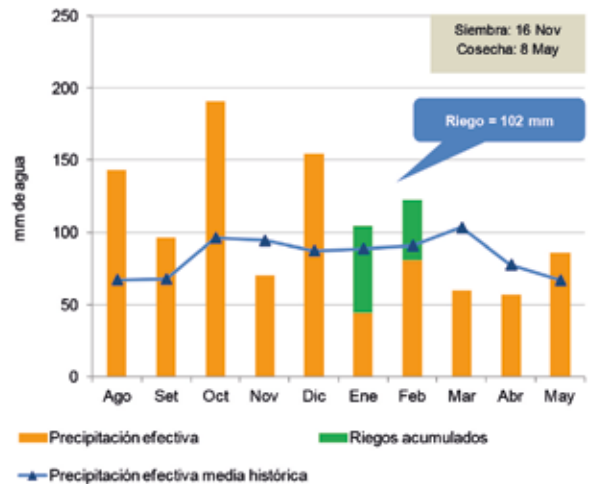
**Población de siembra:** Es el número de semillas por unidad de superficie (m<sup>2</sup>, ha, etc.), o por unidad de distancia en la línea; en el último caso debe considerarse cuál es la distancia entre hileras. Otra forma de expresión equivalente es “densidad de siembra”, como normalmente se expresa en kg/ha es necesario conocer el peso del grano (peso de mil semillas).

**Población de plantas:** Es el número de plantas objetivo por unidad de superficie que se estima se implantarán luego de la emergencia; aunque, también puede indicar cuál fue la población efectivamente implantada (debe tenerse cuidado con la diferencia). Otras expresiones sinónimo o equivalentes son: densidad de plantas o porcentaje de plantas recuperadas y porcentaje de implantación.

**Distribución de plantas:** Refiere al espacio que ocupa cada planta y a la forma del espacio que ocupa; esto es, cuál es la distancia entre las hileras (DEH) y cuál es la distancia entre plantas dentro de la hilera (DEP). La distribución de plantas también puede caracterizarse a través del índice DEH/DEP, un índice de equidistancia que indica la forma de la superficie que ocupa cada planta.

**Población óptima:** Es aquella que para una región o localidad dada (ambiente), logra interceptar la cantidad de luz necesaria para producir el mayor rendimiento del producto deseado en un ambiente ausente de plagas, enfermedades y sin restricciones de agua y nutrientes. A su vez, la población óptima variará según la especie y las características genotípicas de cada cultivar.

**Población recomendada:** Es la población óptima corregida por fecha de siembra, restricciones de cada ambiente (agua, cama de siembra, etc.) y resultado económico (relación costo de semilla/producto).



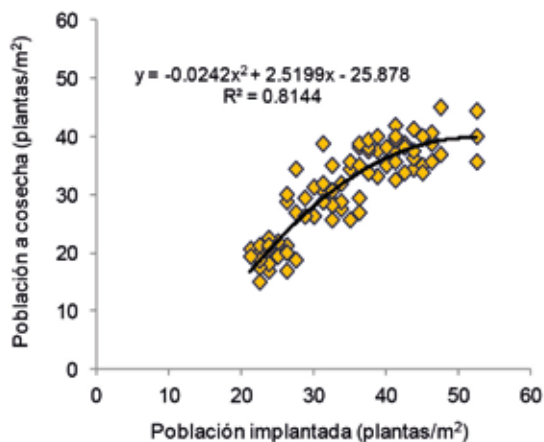
**Figura 1** - Precipitación efectiva acumulada mensual y mm de agua aplicados (período 2012-2013, INIA La Estanzuela). La línea muestra la precipitación efectiva media histórica (período 1986-2015) en base a GRAS, INIA.

## RESULTADOS OBTENIDOS

El periodo 2012-2013 puede caracterizarse como un año de déficit hídrico moderado para cultivos estivales, dado el volumen de precipitaciones efectivas entre agosto y diciembre (Figura 1). No obstante, los meses de enero a abril presentaron precipitaciones por debajo de la media histórica para esa localidad (La Estanzuela, Uruguay), coincidiendo con el final del periodo vegetativo y con el periodo reproductivo de la soja.

La población de plantas cosechadas tuvo una respuesta de tipo cuadrática en función del número de plantas implantadas (Figura 2). Esto significa que los incrementos fueron decreciendo por cada planta adicional implantada/m<sup>2</sup>. En otras palabras, en la medida que se implantaron más de 45 plantas/m<sup>2</sup>, el número de plantas cosechadas prácticamente no se incrementó debido a la competencia de las plantas en la hilera.

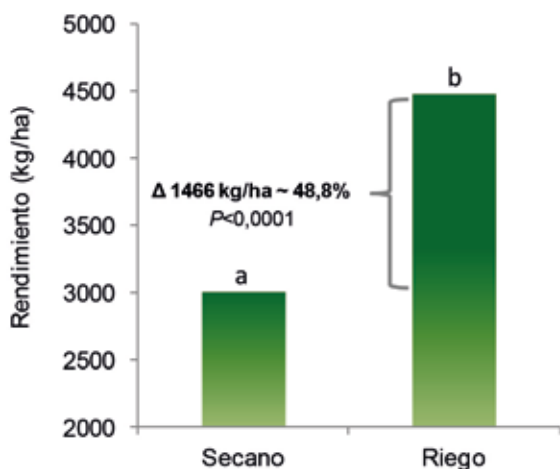
Esa competencia intra-específica entre las plantas de la hilera siempre se tornará relevante con el incremento del número de plantas por metro lineal; aunque, ese umbral será diferente para cada “población recomendada”. El ajuste de una población óptima a una población recomendada es una valoración subjetiva. Esto es porque además de ponderar por la germinación y el vigor de la semilla, también se pondera por la época de siembra, el tipo de suelo, la historia de la chacra, el tipo de sembradora, la presencia de insectos y, en el caso de la soja, también por el daño de palomas.



**Figura 2** - Relación entre la población de plantas implantadas y la de plantas cosechadas. Los datos corresponden a cuatro poblaciones objetivo (22, 33, 44 y 55 plantas/m<sup>2</sup>) de cuatro cultivares de soja en condiciones de secano y riego.

Cabe mencionar que en los últimos años el daño de palomas se ha tornado en un gravísimo problema para los lotes de producción, dado que cuando las plantas mueren, al perder sus cotiledones y su punto de crecimiento, no sólo disminuye el stand de plantas, sino que también se genera una distribución deficiente que no puede corregirse agregando semillas a la “población óptima”.

En el experimento de riego se observó un rendimiento medio de soja 48,8% superior al del experimento de secano: 4474 vs 3007 kg/ha (Figura 3). Dicho incremento fue equivalente a una ganancia de 14,4 kg de soja por cada mm de agua, altamente significativo considerando que el déficit hídrico fue moderado. En buena medida la respuesta se relacionó a que los cinco riegos (102 mm), fueron aplicados estratégicamente entre el período V9-R4 y V10-R5 (escala de Fehr y Caviness, 1977), según el GM de los cultivares.



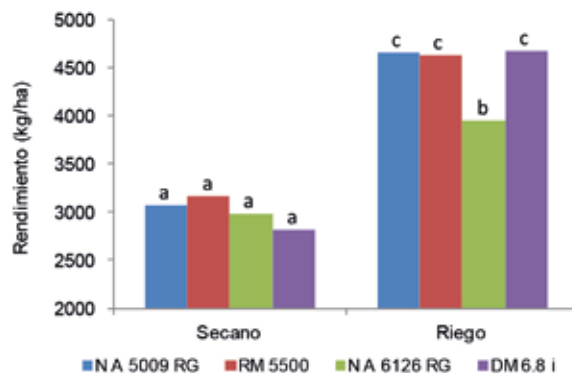
**Figura 3** - Rendimiento medio de soja de dos experimentos (secano y riego), con cuatro cultivares y cuatro diferentes poblaciones de plantas objetivo. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0,0001$ ).

El incremento observado (48,8%), se asemeja a los resultados presentados en la reciente encuesta de la Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA, 2016a), en la que se registra que el área de cultivo de soja bajo riego (0,7% del total) tuvo un rendimiento medio 46% superior al área de secano. Debe considerarse que el área de siembra bajo riego de Uruguay podría tener sesgos de localización geográfica y/o de manejo.

Los resultados del presente trabajo aportan información de que para un mismo ambiente de producción, decidir implementar riegos suplementarios puede significar un incremento del rendimiento de soja de al menos 50%.

Por otra parte, en nuestro país se han reportado incrementos de rendimiento sustancialmente mayores por efecto del riego (Giménez, 2014). No obstante, ello fue observado contrastando tratamientos de riego de mayor volumen de agua con tratamientos que fueron protegidos de la lluvia durante el período crítico del cultivo. Esto significa que dada la aleatoriedad de las lluvias de Uruguay, la respuesta al riego puede ser muy diferente entre años.

Además de diferencias entre los tratamientos de riego, se identificaron también diferencias entre cultivares e interacción riego x cultivar. Básicamente, las diferencias radican en que tres de los cultivares tuvieron una respuesta mayor al riego (Figura 4; Cuadro 1). Es importante mencionar que en el experimento de secano no se observaron diferencias entre cultivares.



**Figura 4** - Rendimiento de soja de dos experimentos (secano y riego), evaluando cuatro cultivares y cuatro diferentes poblaciones de plantas objetivo. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según el test de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Al contrario de lo que sucede con la interacción riego x cultivar, las interacciones riego x población y cultivar x población no fueron estadísticamente significativas. No obstante, en ambos experimentos se identificó una

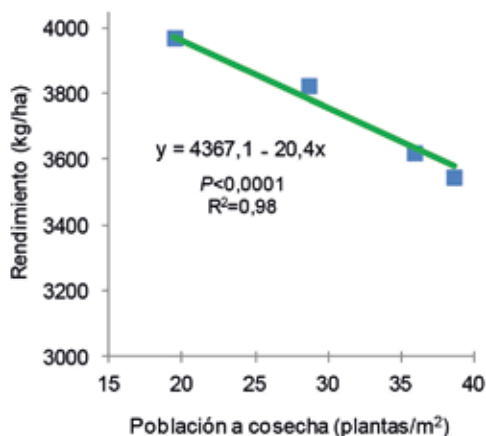
disminución lineal del rendimiento al incrementarse la población a cosecha. En el experimento de secano el rendimiento disminuyó 19,2 kg por cada planta adicional cosechada/m<sup>2</sup>, mientras que en el de riego disminuyó 21,7 kg. Ambos valores de respuesta son válidos solo para un rango de plantas a cosecha de 20 a 40 plantas/m<sup>2</sup>.

Una disminución de la población a cosecha de 40 a 20 plantas/m<sup>2</sup>, significó una ganancia de 400 kg de soja y un ahorro considerable de semilla (Figura 5).

**Cuadro 1** - Contraste entre experimentos (secano vs. riego) y contrastes entre riego x cultivar.

Efecto	$\Delta$ (riego - secano) (kg/ha)	Incremento sobre secano
Riego	1466	48,8%
Cultivar		
N A 5009 RG	1584	51,5%
RM 5500	1468	46,4%
N A 6126 RG	958	32,1%
DM 6.8 i	1856	66,1%

Nota: El efecto del riego respecto a condiciones de secano se muestra como la diferencia de rendimiento de grano (kg/ha) y como el porcentaje (%) de incremento. Los incrementos por efecto del riego fueron estadísticamente significativos ( $P < 0,0001$ ).



**Figura 5** - Relación entre el número de plantas cosechadas y el rendimiento medio de soja de cuatro cultivares. Las figuras señalan los valores medios de dos experimentos (secano y riego) y la línea sólida indica el modelo de ajuste a dichas medias. El ajuste solo es válido para un rango de población a cosecha de 20 a 40 plantas/m<sup>2</sup>.

Por otra parte, dado que se observa una relación entre la población a cosecha y la población implantada (Figura 2), puede estimarse que para una población a cosecha de 20 plantas/m<sup>2</sup>, se habría requerido sembrar una población objetivo de 25 plantas/m<sup>2</sup>. Dicha población llevada al gran cultivo (250 mil plantas/ha), dista de las prácticas habituales realizadas por la media de los productores de soja de Uruguay. La encuesta de primavera 2015 de DIEA (DIEA, 2016b) indica que los productores de soja utilizan una media de 72 kg/ha para siembras de primera y de 77 kg/ha para siembras de segunda (período 2015-2016). Asumiendo un peso de grano medio de 160 mg y una implantación de 80%, ello implicaría que la población de plantas objetivo de los productores de Uruguay es de aproximadamente 360 mil plantas/ha para siembras de primera y de 385 mil plantas/ha para siembras de segunda.

También en los países de mayor producción de soja (EE.UU., Brasil y Argentina), ocurre una brecha entre las poblaciones objetivo recomendadas por la investigación y las que efectivamente siembran los productores. Por ejemplo, los productores del estado de Indiana en EE.UU. han tenido como objetivo poblaciones medias de 350 mil plantas/ha (Robinson y Conley, 2007); los de Brasil 300 a 400 mil plantas/ha (Prado y Hamawaki, 2008); y los de Concepción del Uruguay (Argentina), 320 a 360 mil plantas/ha (Rodríguez *et al.*, 2015).

Mientras que para los mismos países mencionados, los resultados de investigación recomiendan poblaciones objetivo menores para maximizar el resultado económico. Por ejemplo, en el estado de Arkansas (EE.UU.), latitud similar a la de Uruguay, se recomiendan poblaciones objetivo de 200 a 250 mil plantas/ha (Ashlock *et al.*, 2006), aunque las recomendaciones suelen ser mayores hacia el norte del mismo país. En el caso de Brasil, para algunas regiones recomiendan, aunque también ya se siembran, poblaciones de 200 a 300 mil plantas/ha (Prado y Hamawaki, 2008; Balbinot *et al.*, 2015). Por último, las poblaciones óptimas que se han recomendado en Argentina son de 240 a 360 mil plantas/ha, según las diferentes regiones (Baigorri *et al.*, citado por Rodríguez *et al.*, 2015).

En el Cuadro 2 se presenta la descomposición de la varianza del rendimiento expresada en porcentaje, de forma ponderada e individual para ambos experimentos (secano y riego). En la primera columna se aprecia que el efecto del riego (84,3%), es absolutamente determinante frente a todos los otros efectos.

En la segunda columna, considerando solo el experimento de secano, el efecto de la población a cosecha (17,3%) es más importante que el efecto cultivar (6,5%). Mientras que considerando el experimento de riego, se mantiene la importancia del efecto población a cosecha (16,7%), pero se incrementa la importancia de elegir el cultivar o el GM (46,6%).

**Cuadro 2** - Efecto de los componentes estudiados que explican la variación (en %) del rendimiento. Los resultados se muestran para dos experimentos (secano y riego) y para el promedio de ambos.

Componentes de la varianza del rendimiento	Secano y Riego	Secano	Riego
	----- % -----		
Bloq (Riego)	1,0	16,9	0,6
Riego	84,3	-	-
Cultivar	0,0	6,5	46,6
Riego × Cultivar	5,0	-	-
Población	2,7	17,3	16,7
Riego × Población	0,0	-	-
Cultivar × Población	0,0	0,0	0,0
Riego × Cultivar × Población	0,0	-	-
Residual	7,0	59,3	36,1
Total	100,0	100,0	100,0

## CONCLUSIONES

Riegos suplementarios aplicados durante el período reproductivo, pueden significar incrementos de rendimiento de aproximadamente 50% o más respecto a los logrados en condiciones de secano. En orden de importancia al momento de determinar el rendimiento, la disponibilidad de agua fue el efecto más importante; en segundo lugar, el número de plantas cosechadas; y en tercer lugar, el GM y/o el cultivar, aunque este último aspecto cobraría importancia como medida de manejo sólo si hubiera disponibilidad suficiente de agua.

Para el rango de población a cosecha estudiado no se observó respuesta al ajustar la población según se riegue o no. Esto es indicativo de la plasticidad del cultivo de soja para ajustar su crecimiento y desarrollo según el agua disponible, sea por compensación del número de chauchas, ramificación, etc. No obstante, un cultivo con déficit hídrico más severo contrastado con uno regado podría originar diferentes resultados.

Finalmente, los resultados indican que respecto a la población objetivo promedio de Uruguay para cultivos de soja de primera (actualmente 360 mil plantas/ha), la población podría ajustarse a 250 mil plantas/ha para ahorrar semilla y ganar rendimiento. Por tanto, para cada situación particular el productor o técnico responsable debe resolver cuál es la población de siembra que logre optimizar la mencionada población objetivo.

## BIBLIOGRAFÍA

Ashlock L, Klerk R, Huintink G, Keisling T, Vories E. 2006. Planting Practices. In: Arkansas Soybean Handbook. University of Arkansas, Little Rock. p. 1-7.

Balbinot AA, de Oliveira S, Debiassi H, Franchini JC. 2015. Densidade de Plantas na Cultura da Soja. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Londrina, Paraná.

DIEA. 2016a. Resultados de la Encuesta Agrícola "Invierno 2016". MGAP. En línea: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-pub-agricultura,O,es,0>,

DIEA. 2016b. Encuesta Agrícola "Primavera 2015". Serie Encuestas No. 335. MGAP. En línea: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-pub-agricultura,O,es,0>,

Durán A. 1997. Clasificación Hidrológica de los Suelos del Uruguay. Agrociencia Uruguay, 1 (1):15-29.

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

Giménez L. 2014. Efecto de las Deficiencias Hídricas en Diferentes Etapas de Desarrollo sobre el Rendimiento de Soja. Agrociencia Uruguay, 18 (1): 53-64.

Prado R, Hamawaki OT. 2008. Análise da Plasticidade da Cultura de Soja em Diferentes Arranjos Populacionais e Diferentes Espaçamentos entre Linhas. Horizonte Científico, 2 (1). En línea: <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/issue/view/309>

Robinson AP, Conley SP. 2007. Plant Populations and Seeding Rates for Soybeans. West Lafayette, In: Purdue University Publication No. AY-217-W. Soybean Production Systems: Purdue Extension.

Rodríguez H, De Battista J, Arias N, García E, Sosa F, Alaluf C, Rochás M. 2015. Efectos de la Reducción de la Densidad de Siembra en Soja. Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay, INTA Argentina. En línea: <http://inta.gob.ar/documentos/efectos-de-la-reduccion-de-la-densidad-de-siembra-en-soja>





# ANÁLISIS FOLIAR EN FRUTALES: Herramienta de diagnóstico de alto retorno

Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo;  
Ing. Agr. Carolina Fasiolo

Programa Nacional de Producción Frutícola

En cada nuevo ciclo productivo en frutales, es importante evaluar el estado nutricional del sistema suelo-planta. Para ello resulta de gran utilidad contar con herramientas como el análisis de suelo, el análisis foliar y el análisis de fruto. Si pretendemos llegar a rendimientos óptimos en cada temporada, conocer el estado nutricional ayuda en el plan de manejo de la fertilización, aplicando lo necesario en el momento adecuado. El análisis foliar o de otro órgano de la planta, ya sea fruto o peciolo, es una herramienta muy eficaz para informarnos sobre el estado nutricional de los frutales y corregir deficiencias de algún nutriente que pudiera tener la planta.

Es frecuente la alta incorporación de fertilizantes de síntesis al suelo, muchas veces sin un previo análisis

que lo justifique. Esto ha llevado a que varios nutrientes se acumulen de manera considerable en los perfiles, e incluso cambien el equilibrio nutricional natural de los suelos sin lograr mejorar el desempeño de los frutales. Con el fin de avanzar hacia una fruticultura de precisión, y lograr el máximo resultado de las prácticas aplicadas para mejorar la nutrición, es fundamental identificar las carencias que deben suplirse, lo que permite además, evitar aquellas aplicaciones innecesarias de nutrientes reduciendo costos tanto económicos como ambientales.

La respuesta a la fertilización no es la misma a cualquier nivel del elemento considerado. Ella varía en función de dónde se encuentra el cultivo respecto de la curva de respuesta al nutriente. Cuando hay un déficit

grande la respuesta será importante, mientras que a medida que nos acercamos al rango de suficiencia tendremos menos respuesta por unidad de fertilizante aplicada, cuyo costo sigue siendo el mismo. Por ello, es de gran importancia conocer los valores exactos del nivel de nutrientes que está presente en la planta para atender los requerimientos de crecimiento y producción aplicando las cantidades realmente necesarias.

Por todo lo anterior, resulta recomendable incorporar a las medidas de manejo habituales el uso de análisis de suelo y foliares que aporten datos objetivos y precisos sobre lo que está pasando en el sistema de producción, permitiendo tomar mejores decisiones. Es habitual manejar una frecuencia de tres a cinco años para los análisis de suelo, mientras que en el caso del análisis foliar lo deseable es su realización anual.

## ANÁLISIS DE PLANTA

El análisis de suelo nos da la información sobre la existencia de nutrientes en la matriz donde se desarrolla la raíz de los frutales. Esto no siempre se correlaciona directamente con el nivel de disponibilidad del nutriente y se dan situaciones de existencia del nutriente en suelo pero déficit en el cultivo. Complementariamente a esto el análisis de planta, a diferencia del análisis de suelo, aporta un valor que integra todos los factores que están afectando el crecimiento de la planta: clima, suelo, planta, manejo y disponibilidad de nutrientes.

El contenido de un nutriente en la planta no es constante en todo momento sino que varía a lo largo de su ciclo biológico. La diferencia entre la velocidad de crecimiento de los órganos de la planta y la de absorción de nutrientes desde el suelo puede generar acumulación o déficit temporal de un nutriente dentro de la planta. Lo mismo pasa cuando los nutrientes se mueven de un órgano a otro, lo que influye en la concentración de un nutriente en un momento dado.

Dentro de los factores que afectan la concentración de un nutriente en la planta se encuentran:

- Edad fisiológica
- Órgano muestreado
- Posición de ese órgano en la planta
- Variedad/portainjerto
- Nivel productivo
- Condiciones ambientales durante el muestreo
- Manejo previo

Así es que en casos como el del hierro, habitualmente formando parte de estructuras y con importante acción catalítica, tenemos un nutriente que prácticamente no se moviliza dentro de la planta. Esto lleva a que los primeros síntomas de deficiencia se vean habitualmente en hojas jóvenes en activo crecimiento.

El caso contrario se da con el potasio, que al ser altamente movilizado dentro de la planta no suele mostrar deficiencias en zonas en activo crecimiento, por lo que los síntomas de carencia de este nutriente se ven primeramente en hojas maduras alejadas de los puntos de crecimiento. En los rebrotes estacionales también se da un cambio en la concentración de los nutrientes que no es representativo de la planta en su globalidad. Estos ejemplos dejan en claro la necesidad de especificar el momento, así como el tipo de ramas y hojas que se tomarán, para componer la muestra de tejido vegetal a analizar, de forma de obtener datos comparables.

Si bien se pueden muestrear diversos órganos, lo más estandarizado son hojas y frutos. Algunos autores han estudiado el nivel de nutrientes en brindillas como herramienta para definir la estrategia de fertilización en la propia estación de crecimiento a partir de las reservas que tiene la planta. Por su lado los análisis de fruto tienen gran utilidad para pronosticar la pertinencia de su almacenaje y expectativas de conservación. Pero sin duda, el análisis de hojas (pecíolos en el caso de la vid) resulta de los más simples y mejor correlacionados con el estado general nutricional de la planta, permitiendo organizar un plan de fertilización a corto y largo plazo.

Los niveles de minerales en hojas varían durante el crecimiento y desarrollo de frutos, así como también si los brotes son vegetativos o fructíferos. Por ello es habitual tomar como órgano de muestreo la rama de crecimiento del año y, eventualmente, las lamburdas en las que no hay fruta presente, en el caso de manzanos y perales.

El tipo de cultivar y la combinación de este con uno u otro portainjerto es otra variable a considerar, ya que puede afectar los valores.





Por ello resulta importante generar unidades de muestreo en las que las plantas sean todas comparables y homogéneas.

Claramente el factor que genera la máxima extracción de nutrientes es la cosecha. Las hojas “devuelven” gran cantidad de minerales previo a su caída en otoño y una vez en el suelo se incorporan al ciclo de la materia orgánica, lo que implica el reciclado de todos los nutrientes presentes. Con la rama de poda puede suceder otro tanto en la medida que se realice su picado, dejándola en el lugar. Por tanto, los niveles de producción deberán ser un factor a tener en cuenta al momento de realizar el análisis y la posterior definición de cantidades de fertilización necesaria.

Siendo el agua el medio que viabiliza la actividad metabólica y la temperatura un determinante principal de dicha actividad, es claro que las condiciones ambientales influyen, en mayor o menor grado, en los niveles de nutrientes presentes. El poder muestrear en lo que se consideran condiciones normales de crecimiento será lo ideal para facilitar las comparaciones entre los distintos resultados, tanto dentro de un mismo año como entre años diferentes.

Por último, si bien en el tratamiento de la muestra a nivel de laboratorio, como parte del protocolo de análisis, se lleva a cabo un lavado de la misma, es frecuente que sea imposible eliminar todos los residuos de productos aplicados. Por ello es bueno tratar de muestrear lo más alejado posible de las aplicaciones de plaguicidas u otros productos, a los efectos de minimizar la interferencia con los resultados.

## ¿QUÉ MUESTREAR Y CUÁNDO?

Tal como se mencionó, en general las hojas se adecuan más como elemento de diagnóstico, ya que manifiestan bien las variaciones de nutrientes y reaccionan ante su falta.

Las hojas a muestrear deben estar completas con el peciolo, y deben estar libres de daños mecánicos, de insectos y de enfermedades. Es fundamental no mezclar hojas que presenten síntomas de deficiencias con hojas de plantas que no manifiesten esos síntomas. En caso de tener dentro de un monte plantas con síntomas y plantas sin síntomas, se deberán muestrear por separado.

Los cambios en la concentración durante la estación hacen que haya un momento más conveniente para hacer el muestreo en la planta. Si bien para algunos casos se maneja el muestreo en primavera, en nuestras condiciones consideramos como mejor momento para realizar el muestreo el inicio y mediados de verano, período en el que se da una estabilidad de la mayoría de los nutrientes de interés dentro de la planta.

## MÉTODO DE MUESTREO

Es importante realizar una correcta selección del material a muestrear. En todos los casos el muestreo debe ser representativo, por lo tanto se deben recolectar muestras de varios puntos del área, que debe ser homogénea. Para ello lo mejor es recorrer la misma haciendo un zigzag en forma aleatoria y tratando de cubrir lo más posible. Normalmente se considera una muestra representativa aquella que alcance unas 100 hojas en el caso de manzano, duraznero y peral, lo que además de dar la posibilidad de tener una muestra adecuadamente compuesta, permite alcanzar un volumen de materia seca suficiente para realizar los diversos análisis.

En frutales de hoja caduca se deberían muestrear 20 árboles como mínimo, recolectando 5 hojas por planta, en la posición media de ramas del año. El momento de muestreo debería hacerse no más allá de las 12 semanas después de plena flor, por lo que en años normales en el caso de manzanos y perales, debería realizarse entre mediados de diciembre y mediados de enero.

En vid el muestreo debe realizarse en 20 plantas como mínimo, recolectando de 2 a 4 hojas por planta, siempre eligiendo la hoja opuesta al primer racimo. En el caso de que ésta no se encuentre o esté dañada, se debe sacar la hoja más cercana al racimo. Como ya mencionamos, varios autores plantean a los peciolos como mejor indicador para diagnosticar el estado nutricional en vid. La época de muestreo debe ser en enero.

En el caso de pecán se eligen ramas del año, y se toman los folíolos del centro de la rama, aproximadamente 10 folíolos por planta. Una muestra representativa será alrededor del 10% del total de plantas.

El momento más indicado para la toma de muestras es en el mes de enero.

En todos los casos se recomienda muestrear los mismos árboles todos los años, los que deberían ser representativos del cuadro en cuanto al vigor, producción y calidad de fruta. Del mismo modo, de existir plantas con problemas de crecimiento, síntomas de deficiencia o fruta con problemas de calidad deberían analizarse de forma independiente.

El tener un seguimiento de los árboles muestreados ayuda a la interpretación y a detectar la respuesta de las plantas al suministro de nutrientes. De la misma forma, si se complementaran los datos foliares con el análisis de suelo, el muestreo debería corresponder a la misma superficie de las plantas seleccionadas.



## MANEJO DE LA MUESTRA

Una vez obtenida la muestra se recomienda ponerla en una bolsa de nylon y resguardarla del sol.

Es importante realizar una correcta identificación de cada muestra:

- Cuadro o área
- Variedad/portainjerto
- Fecha de muestreo
- Productor

En caso de que el envío al laboratorio no sea rápido, la muestra se debe conservar bajo refrigeración.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para analizar los valores del laboratorio y poder interpretar los resultados se utilizan estándares. Estas tablas habitualmente establecen un rango óptimo dentro del cual debería estar cada nutriente. A veces se determinan también umbrales de déficit y de toxicidad identificando condiciones más extremas.

Es claro que, como ya se planteó, el nivel de los nutrientes en hoja depende de numerosas variables que son afectadas localmente. Los estándares reflejan, en

diverso grado, las condiciones locales en las que se realiza un cultivo y generalmente surgen de innumerables datos recabados en una región más o menos amplia. Por ello, para la interpretación es clave que el productor junto a su agrónomo asesor maneje toda la información posible respecto de los factores agroclimáticos de la zona en que está la plantación, así como las características y condición del cultivo y su manejo en los años previos.

Aparte de los niveles de cada nutriente, es importante tener presente la relación que se da entre algunos de ellos. Es factible que entre elementos químicamente similares exista cierta competencia y por ello una excesiva cantidad de alguno puede generar deficiencia de otro, con la consecuente alteración en función de la distinta actividad metabólica que cumplen. De las relaciones más importantes que se toman en cuenta podemos mencionar: Ca/Mg, Mg/K, K+Mg/Ca.

Más allá de las consideraciones locales, la dificultad, el trabajo y el costo que implica el desarrollo de estos estándares lleva a que, en muchos casos, se utilicen valores elaborados en otras partes del mundo, lo cual no deja de ser un aporte muy valioso para definir un programa de fertilización mucho más ajustado a las necesidades de las plantas, lo que redundará en una mayor eficiencia económica en la aplicación de nutrientes.

**Cuadro 1** - Ejemplo de estándares nutricionales foliares óptimos para algunas especies frutales.

Especie	% de materia seca						ppm de materia seca				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Bo
Manzano	2.0 - 2.5	0,25	1.3 - 2.0	1.3 - 2.0	0,4	0,25	100 - 300	25 - 50	30 - 50	5 - 12	30 - 70
Peral	2.3 - 2.8	0,25	1.0 - 2.6	2	0,4	0,25	100 - 200	20 - 200	30 - 50	5 - 12	30 - 70
Duraznero	2.6 - 3.3	0,3	1.0 - 3.0	1.0 - 2.5	0,5	0,25	100 - 200	20 - 200	20 - 50	4 - 12	20 - 100
Pecán	2.2 - 3.2	0,3	1,5	1,5	0,5	0,3	100 - 300	20 - 200	60	4 - 20	35 - 100

Tabla elaborada en base a información del International Plant Nutrition Institute (IPNI)





# ¿EL TIPO DE LABOREO REALIZADO EN EL PASADO TIENE IMPACTOS EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN EL MEDIANO PLAZO?

Lizarralde C., Baethgen W., Perez-Bidegain M.,  
Rebuffo M., Rubio V., Sawchik J.

## ¿Qué es la erosión de suelo y qué prácticas de manejo la minimizan?

La erosión es la pérdida del material de suelo en un lugar concreto del paisaje. En Uruguay, dicho material es transportado predominantemente por el agua y en menor medida por el viento. Dos factores determinan este fenómeno: la erosión natural y la antrópica. La primera se explica básicamente por el agente erosivo de la lluvia, las características del suelo y su vegetación natural. Cuando esta se elimina o altera por el uso del suelo ocurre la erosión antrópica (Durán y García Préchac, 2007).

Los cambios ocasionados por la erosión alteran las propiedades del suelo, modificando negativamente sus

propiedades físicas a través de la reducción de la infiltración y provocando un aumento del escurrimiento. En situaciones en las que el suelo se encuentra cubierto, el impacto de la lluvia sobre la pérdida de sedimentos es menor. Tal es el caso de las situaciones en las que se realiza siembra directa (SD) donde el suelo queda cubierto por los residuos de la vegetación anterior, difiriendo de los casos de laboreo convencional (LC).

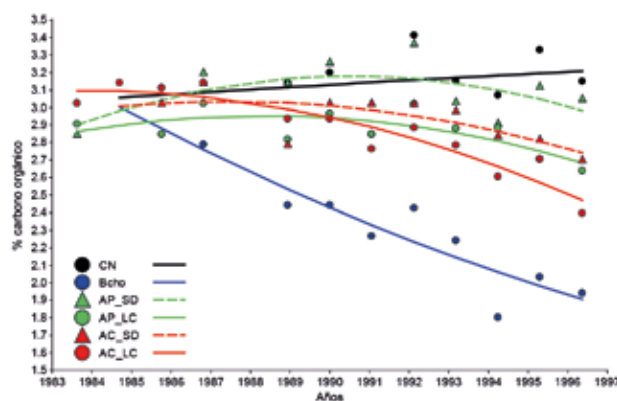
Estos efectos se han reportado en experimentos de largo plazo debido a la incorporación de las pasturas en la rotación con cultivos agrícolas (AP), donde se observan reducciones significativas de la erosión en relación a los sistemas de agricultura continua (AC) (Durán y García Préchac, 2007).

En INIA La Estanzuela se instalaron, en el año 1984, parcelas de escurrimiento con uso y manejo contrastantes (Cuadro 1) sobre un suelo Brunosol Eutrico. Durante la historia del experimento se pueden identificar tres periodos. El primer periodo, comprendido entre 1984 y 1996, tuvo como principal objetivo cuantificar las pérdidas de suelo y agua de escurrimiento en sistemas de uso de suelo contrastante asociados a eventos de lluvia natural así como validar algunos factores de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1965). Además, anualmente se realizaron muestreos de suelo para distintas variables físico-químicas. En este sentido, se siguió la metodología sugerida por los autores y se diseñaron parcelas con la medida estándar de 3,5 m de ancho y 22,1 m de largo.

## ¿Cuál es la relación entre la erosión y el carbono orgánico del suelo?

El análisis de los resultados de concentración de carbono orgánico para cada sistema en el periodo 1984 a 1996 permite observar una correlación entre estos y la pérdida de suelo (Figura 1). El único sistema que mantiene los niveles iniciales de carbono orgánico (3,15%) es el de campo natural, mientras que el sistema cultivo-pastura (AP) bajo SD en 10 años redujo en un 5% su nivel de carbono orgánico. Los sistemas de AC bajo SD y cultivo-pastura (AP) con LC tuvieron una reducción del 15%. Por otro lado, el sistema de AC con LC disminuyó en un 24% su carbono orgánico.

Utilizando los niveles de erosión determinados por García Préchac (1992) se estimó cuantos centímetros de suelo se perdieron para cada uno de los sistemas en el periodo 1987-1996. Para ello, en todos los casos, se supuso una densidad aparente de 1,35 g/cm<sup>3</sup>.



**Figura 1** - Evolución del carbono orgánico para los tratamientos comprendidos en el período 1984 a 1996

El tratamiento de AC con LC perdió 5 cm de suelo de la capa más superficial, que a su vez es la más rica en carbono. Por otro lado, el tratamiento cultivo-pastura (AP) con con LC perdió 2,5 cm, mientras que los sistemas bajo SD perdieron 1,2 cm.

Estas diferencias en los centímetros de suelo perdido claramente condicionan los resultados del análisis de carbono de los tratamientos ya que en todos los casos se muestreó a una profundidad constante (0-15cm). Debido a esto, considerando que se pierden algunos centímetros de suelo de la capa superficial, el muestreo de suelo de 1996 se realizó en un estrato de mayor profundidad de suelo y menos enriquecido en carbono.

**Cuadro 1** - Sistemas evaluados en el período 1984-1996 y promedio de erosión anual para el período 1984-1989.

Sistema <sup>(1)</sup>	Laboreo	Cobertura vegetal	Erosión (Mg/ha/año) <sup>(2)</sup>
Barbecho	Convencional	Ninguna	57
AC-LC	Convencional	100 % Cultivos	7,05
AP-LC	Convencional	50% Cultivo- 50% Pastura	3,50
AC-SD	Siembra directa	100 % Cultivos	2,05
AP-SD	Siembra directa	50% Cultivo- 50% Pastura	1,20
Campo natural	Ninguno	Permanente	

<sup>(1)</sup>AC: agricultura continua; AP: rotación agricultura-pastura; LC: laboreo convencional; SD: siembra directa

<sup>(2)</sup>Erosión medida en cinco sistemas en La Estanzuela en el período 1986-1989 (García Préchac, 1992)

Resultados obtenidos en el primer período de evaluación muestran que el sistema con LC genera tres veces más erosión que los sistemas bajo SD. Asimismo, el sistema con rotación agricultura-pastura redujo la erosión a la mitad, en comparación al sistema de agricultura continua (AC).

**Cuadro 2** - Concentración de carbono orgánico en el suelo en 1996 y 2011

Sistema	1996	2011
AC-LC	2,4 %	2,5 %
AC-SD	2,7 %	2,6 %
AP-SD	3,0 %	2,9 %

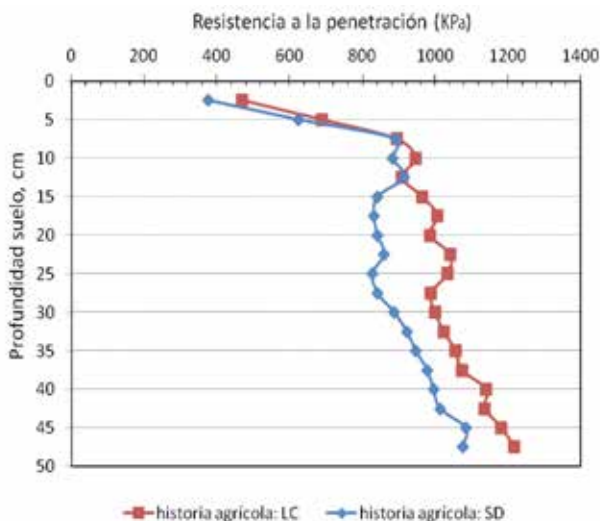
### ¿Es suficiente un descanso de diez años para que el suelo se recupere?

Durante el período 1997 a 2008 se inicia una segunda etapa donde el experimento quedó en descanso por 10 años siendo la cobertura básicamente campo bruto, con gramilla como componente principal.

Posteriormente, a partir del 2008, se inicia una tercera etapa. En esta se seleccionan las parcelas que antiguamente se encontraban bajo los sistemas AC-LC, AC-SD y AP-SD sembrando monocultivo de soja bajo SD en todas ellas. A partir del 2012 se les incorporaron coberturas de invierno (raigrás o avena). En este tercer período (2008-2016), luego de cada evento de lluvia, se registró el volumen de agua escurrido.

En el año 2011 se realizó el muestreo de suelo para determinar la concentración de carbono orgánico. La comparación de los niveles de 1996 y 2011 permitió observar que el impacto generado en el período 1984-1996 se sostiene en el tiempo (Cuadro 2).

Ningún sistema de laboreo logra recuperar el nivel inicial de carbono orgánico al inicio del experimento (Figura 1).



**Figura 2** - Efecto del tipo de laboreo en la historia agrícola del período 1984-1996 sobre la resistencia a la penetración del suelo evaluada en otoño 2016.

De hecho, los sistemas con distinta historia de laboreo mantienen valores similares a los registrados en 1996, por lo que puede deducirse que 10 años de descanso son insuficientes para recuperar los niveles de C orgánico en el suelo.

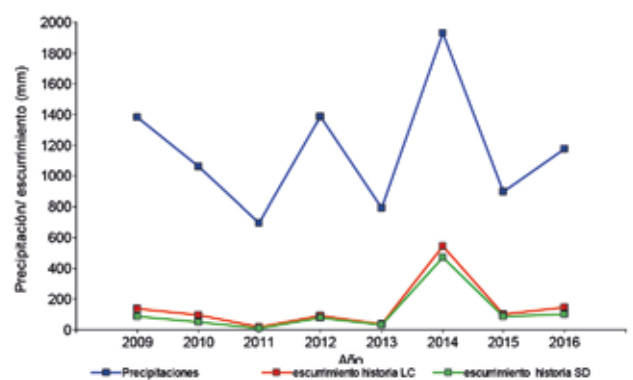
Durante el otoño 2016 se evaluaron las propiedades físicas del suelo para los tratamientos con distinta historia de laboreo. La comparación de los sistemas SD y LC presenta diferencias significativas en la densidad aparente en los primeros 5 cm, siendo 1,48 g/cm<sup>3</sup> para LC y 1,36 g/cm<sup>3</sup> para el sistema de SD.

Además, se registraron diferencias significativas entre tipos de laboreo en la resistencia a la penetración en el estrato entre 10 y 40 cm (Figura 2). Estos resultados confirman que 20 años después se continúan observando efectos en las propiedades físicas del suelo producto del tipo de laboreo que se utilizó en el pasado.

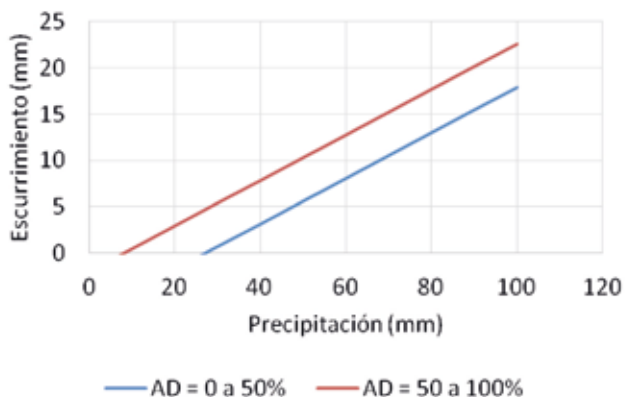
### ¿Qué factores explican el escurrimiento?

Los datos de escurrimiento fueron analizados para cada sistema, evento y año. El escurrimiento presentó una gran variabilidad inter-anual asociada a la precipitación acumulada, con un escurrimiento máximo de 508 mm en el año 2014 cuando la precipitación alcanzó 1931 mm (Figura 3).

En promedio, en el período 2008-2016 llovieron 1166 mm; en el sistema SD escurrieron 125 mm lo que representa 11% de la precipitación, y en el sistema de LC escurrieron 20 mm más (12%). Resultados similares se obtuvieron en INTA Paraná, Argentina (Sasal *et al.*, 2015).



**Figura 3.** - Efecto del tipo de laboreo del período 1984-1996 sobre el escurrimiento entre los años 2009 a 2016



**Figura 4** - Escurrimiento promedio de todos los tratamientos en el período 2009-2016 asociado al agua disponible en el suelo

El agua disponible en el suelo es otra variable que incide en el escurrimiento. A igual precipitación la infiltración es mayor, y por ende el escurrimiento menor, en un suelo seco que en aquellos saturados.

Esta relación entre humedad del suelo, magnitud de precipitación y escurrimiento se puede apreciar en la Figura 4 donde los eventos de lluvia que ocurren cuando el suelo se encuentra con más de 50% de agua disponible producen mayores escurrimientos que los eventos con menos de 50% de agua disponible.

## Consideraciones finales

- La inclusión de pasturas en la rotación y el uso de siembra directa genera menores pérdidas de erosión que la agricultura continua con laboreo convencional.
- La inclusión de la agricultura genera pérdidas de carbono orgánico que son mayores con agricultura continua bajo laboreo convencional.
- La historia del tipo de laboreo sobre las propiedades físicas del suelo sigue teniendo impacto 20 años después.
- El escurrimiento presenta una gran variación inter anual asociado a la precipitación acumulada.
- El contenido de agua en el suelo y la magnitud de la precipitación son dos factores determinantes del escurrimiento.

## AGRADECIMIENTOS

A los colaboradores Marcelo Schusselin, Leonardo Silva y Emiliano Barolin por su dedicación y empeño en este último período del experimento

## REFERENCIAS

- Durán, A. García-Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay: Origen, clasificación, manejo y conservación. Volumen II. Hemisferio Sur
- García Prechac F. 1992. Guía para la toma de decisiones en conservación de suelos. 3ª aproximación, INIA- Serie Técnica N° 26, 63p
- Sasal M.C., Wilson M. G., Oszust J. D., Gabioud E. A., Sione S.M. J., Darder M. L. 2015. Pérdida de nutrientes desde agroecosistemas y su destino en el ambiente. Simposio Fertilidad 2015.





# CALIDAD DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL

BQ (Dr) Leonidas Carrasco-Letelier<sup>1</sup>,  
Dr. Vet. (Dr) Federico Giannitti<sup>2</sup>,  
Dr. Vet. (MSc) Darío Caffarena<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Programa de Producción y Sustentabilidad Ambiental

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

## INTRODUCCIÓN

En ediciones anteriores hemos revisado desde diferentes ángulos la calidad del agua, ya sea para ver cómo es afectada por la producción agropecuaria, cómo podría afectar las fuentes de agua potable humana, o qué condiciones debe presentar para el riego de cultivos o la preparación de fitosanitarios.

En este artículo comentaremos cómo la calidad del recurso hídrico nacional se vincula con la producción animal en tres ámbitos: (1) el agua como nutriente, (2) el agua como fuente potencial de transmisión de patógenos y (3) el agua como medio de disolución de fármacos veterinarios para ser administrados por vía oral.

## AGUA COMO NUTRIENTE

Cuando se considera el agua como nutriente para animales, se revisan normalmente aspectos globales del agua (alcalinidad, pH, salinidad expresada como sólidos totales disueltos) y los macroelementos (magnesio, calcio, manganeso, sodio, bicarbonato, cloro) y otros elementos presentes en el agua que pueden revestir riesgo toxicológico, como los nitratos, nitritos, metales pesados, pesticidas, etc.

Se han informado valores de referencia para estos compuestos en diferentes documentos de difusión, o en libros de medicina veterinaria y nutrición animal, por lo cual no se analizarán en detalle en este artículo.

**Cuadro 1** - Características fisicoquímicas del agua. Valores de referencia para uso en producción bovina y rangos encontrados en aguas superficiales continentales de Uruguay.

Variable	Valores recomendados	Referencia	Aguas superficiales de Uruguay (4)
Bicarbonato	<500 mg/L	1	32 - 420 mg/L
Calcio	500 - 1000 mg/L	1	0 - 45 mg/L
Cloro	<3000 mg/L	1	0,9 - 126 mg/L
Magnesio	200 - 500 mg/L	1,3	0 - 14 mg/L
Manganeso	<0,05 mg/L	2	ND
Nitratos	<100 mg/L	1	0,2 - 2,3 mg/L
pH	5,6 - 9	1,2	6,53 - 8,49
Sólidos totales disueltos	1000 - 2999 mg/L máx. 6000 mg/L	1,2 3	45 - 670 mg/L
Sodio	<2000 mg/L	1	0,8 - 140 mg/L

1 Beede, D.K. Evaluation of Water Quality and Nutrition for Dairy Cattle, Department of Animal Science, Michigan State University.

2 Higgins, S.F. & Agouridis, C.T 2008. Drinking Water Quality Guidelines for Cattle, Biosystems and Agricultural Engineering, College of Agriculture, University of Kentucky. [www.ca.uky.edu](http://www.ca.uky.edu)

3 Basán Nickisch Manejo de los Recursos Hídricos en Regiones Semiáridas y Áridas para Áreas de Secano. Programa PROAGUA, INTA, Argentina.

4 Proyecto INIA Sa27 Sistema nacional de identificación de los usos agropecuarios del suelo con alto impacto sobre la calidad de las aguas.

Sin embargo, se resumen en el Cuadro 1 valores críticos de macroelementos, pH y sólidos totales disueltos, para compararlos con los valores relevados hasta el momento en aguas superficiales de Uruguay, usadas como aguadas de ganado bovino y ovino.

Al comparar los valores sugeridos para la calidad del agua como nutriente y las características de las aguas superficiales de Uruguay, se observa que la mayor parte de las variables están dentro de los rangos recomendados, con excepción de la salinidad y magnesio que presentarían valores inferiores.



## AGUA COMO POTENCIAL RESERVORIO Y VEHÍCULO DE PATÓGENOS

Respecto de los microorganismos patógenos para el bovino y ovino, existen innumerables virus, bacterias, protozoos, helmintos y algas (cianobacterias) que pueden afectar la salud de los animales. Sólo por mencionar algunos ejemplos, agentes tales como rotavirus, coronavirus bovino, *Cryptosporidium* spp., *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* que frecuentemente se asocian a diarrea neonatal de los terneros, *Mycobacterium avium paratuberculosis*, causante de la paratuberculosis o enfermedad de Johne, *Leptospira* spp., asociada entre otros síndromes al aborto bovino, y bacterias causales de varios otros síndromes como la mastitis bovina, pueden ser transmitidas por agua.

Resultaría poco práctico listar todos los agentes causantes de enfermedad que pueden transmitirse por el agua, sin embargo, cabe mencionar que esta puede ser un importante reservorio y vehículo de patógenos para el ganado y una fuente de agentes causales de enfermedades zoonóticas. A pesar de esto, el rol del agua en la transmisión de estos agentes se encuentra poco estudiado en Uruguay y merece mayor atención.

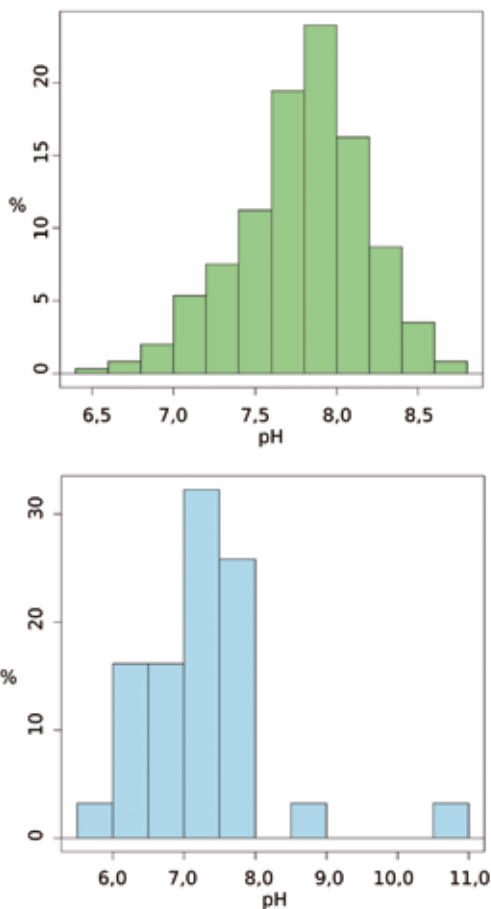
## AGUA COMO SOLVENTE PARA FÁRMACOS VETERINARIOS

Ante determinadas situaciones de enfermedad es común la administración de antibióticos por vía oral (mezclados con el agua o el alimento).

**Cuadro 2** - Estabilidad de diferentes antibióticos de acuerdo a pH del agua

	Antibiótico	Estabilidad de acuerdo a pH del agua	Referencia
Sin problemas	cloxacilina <sup>B</sup>	5 – 8, estable	PubChem
	lincomicina <sup>B</sup>	>9, se degrada	FDA
	neomicina	2 - 9, estable	Simone & Popino, 1955
	penicilina G potásica	6,5 – 7,5, estable; < 6,5, se degrada	Lindsay & Hem, 1972
	tylosin	5-8, estable	Mitchell <i>et al.</i> 2015
Con problemas potenciales	amoxilina <sup>B</sup>	3,5 – 6, estable	PubChem
	betametasona	4-5, estable	Khattak <i>et al.</i> , 2012
	clortetraciclina <sup>B</sup>	3-4, estable; >5, degradación	Søeborg <i>et al.</i> 2004
	enrofloxacina	6-8, baja solubilidad	Lizondo <i>et al.</i> 1997
	oxytetraciclina <sup>B</sup>	2-3, estable; >10 inestable	Doi & Stoskopf, 2000
	espectomicina <sup>O</sup>	pH>5 se degrada	FDA
	tetraciclina	4, estable; >7,5, sin actividad	Kühne <i>et al.</i> , 2000
	tiamulin	> 7, se degrada	Schlünzen <i>et al.</i> 2004

B: registrado para bovinos en DILAVE; O: registrado para ovinos en DILAVE;



**Figura 1** - Frecuencia de aguas superficiales de Uruguay con diferentes pH. Arriba. Aguas superficiales de Uruguay (proyecto INIA Sa27). Abajo. Principales sistemas de acuíferos de Uruguay (MIEM-DINAMIGE, 2003). En ambos paneles el pH medio es 7,8.

En el caso de la disolución del antibiótico con agua, las características del agua usada son relevantes, ya que los antibióticos no son estables en todos los rangos de pH. Por este motivo, en el Cuadro 2 se resumen las propiedades de estabilidad de los principales antibióticos de uso veterinario, para identificar los rangos de pH de agua en los cuales los mismos son estables.

La comparación de la información de estabilidad de los antibióticos (Cuadro 2) y los rangos, frecuencia y valor medio de los pH de las aguas nacionales superficiales y de los principales sistemas de acuíferos del Uruguay (Figura 1) permite identificar que no tendrían problemas de solubilidad o estabilidad los antibióticos: cloxacilina, lincomicina, neomicina, penicilina G potásica y tylosin. Por el contrario, amoxilina, betametasona, clortetraciclina, enrofloxacina, espectomicina, oxytetraciclina, tetraciclina y tiamulina podrían presentar problemas de estabilidad o solubilidad en aguas con pH alcalino.

## CONCLUSIONES

- Las aguas superficiales de Uruguay poseen un déficit de salinidad y magnesio que requiere el suministro de suplementos minerales para proteger el balance nutricional de los bovinos.

- El agua es un potencial transmisor de microorganismos patógenos para animales de producción y humanos, sin embargo, su rol como reservorio y vehículo de estos agentes en Uruguay se encuentra poco estudiado.

- Se recomienda un control del pH del agua usada para prevenir problemas de solubilidad, degradación o inactivación de los antibióticos suministrados con el agua.

# DÍA DE CAMPO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL PALO A PIQUE 2016

## “Discutiendo los sistemas criadores mano a mano”



Ing. Agr. (MSc) Horacio Saravia

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

El pasado 25 de octubre, y a pesar de las inclemencias climáticas imperantes, se dieron cita en Palo a Pique unas 200 personas de diferentes zonas del país para “Discutir los sistemas criadores mano a mano”.

El tradicional Día de Campo de la Unidad Experimental Palo a Pique tuvo esta vez un perfil diferente. En primer lugar, y como primer destaque, se contó con la colaboración de la Regional Este del Instituto Plan Agropecuario y de FUCREA, aportando información y comentarios de gestión de empresas ganaderas en la mesa final de la actividad y en el caso de los técnicos del IPA apoyando también en la moderación y con presentaciones técnicas.

La actividad estuvo compuesta de tres módulos bien diferenciados pero con consistencia en los temas abordados: recorrida de campo, sesión de núcleos temáticos y espacio de charlas con mesa redonda.

El primero de ellos fue un módulo de campo, donde se pudo ver en dos paradas tres temas:

- 1) incorporación de Festuca en sistemas ganaderos y ganadero-agrícolas: avances y desafíos, a cargo de los Ing. Agr. Ignacio Macedo, Walter Ayala y Fabiana Pereyra
- 2) de cara al entore: manejo de vaquillonas y vacas con cría al pie, presentado por los Ing. Agr. Graciela Quintans y José I. Velazco
- 3) disponibilidad de forraje en campo natural: una herramienta para la presupuestación forrajera, tema presentado por el Ing. Agr. Gerónimo Cardozo.

Luego durante el segundo módulo, en el espacio del almuerzo, se trabajó en torno a 4 núcleos temáticos, en 4 subgrupos, repasando algunos aspectos vistos en la



mañana, discutiendo con los asistentes inquietudes y tomando nota de temas emergentes. Este espacio de interacción fue algo novedoso en este tipo de actividades, valorándose positivamente por la audiencia.

Los temas tratados en estos núcleos y los técnicos referentes fueron:

- 1) Uso de Festuca y puentes verdes - W. Ayala
- 2) Estrategias de manejo de campo natural - G. Cardozo
- 3) Selección objetiva de reproductores - M. Lema
- 4) Claves para el manejo de la cría - G. Quintans

Posteriormente, se realizaron una serie de charlas abordando los temas de Análisis Agroclimático de 2016... ¿Un año más? (G. Cardozo), Genética aplicada a la selección de reproductores (M. Lema), Importancia de la revisión de toros (B. Cópola – IPA) y Claves para un entore exitoso (G. Quintans).

La actividad finalizó con una mesa redonda sobre Aspectos de gestión de empresas ganaderas, que fue moderada por Bruno Lanfranco de INIA y tuvo la participación de Gonzalo Ducós (técnico FUCREA), José Gayo (productor CREA) y Ricardo Ferro y Santiago Barreto, técnicos del IPA.

Algunos de los mensajes técnicos destacados fueron los siguientes:

- Se reforzó el concepto de alimentar bien a la ternera en el primer año para que cuando se entoren al segundo año tengan un buen desempeño reproductivo. La suplementación de terneras en su primer invierno para lograr ganancias moderadas de peso en la estación, suministrando concentrados a razón de 1% de su peso vivo, permite buenos resultados. También debe procurarse tener ganancias moderadas en su segundo invierno para llegar en buena condición a su primer servicio a los dos años.
- Se busca concentrar el servicio en las vaquillonas para lograr con ellas una preñez temprana, que les permita un plazo de recuperación razonable para la siguiente estación de cría.
- Las vacas de primera cría son manejadas después de la parición sobre un lotus Rincón, teniendo una especie de “efecto flushing”, mejorándoles el nivel nutricional y preparándolas para el servicio siguiente con un buen estado corporal, con buenas señales metabólicas. Además se aplica tablilla en sus terneros (destete temporario) para reforzar este manejo.
- En La Unidad Experimental Palo a Pique se utilizan los mejoramientos de campo (algo menos del 20% del



área total) para corregir la condición corporal de algunos lotes en momentos estratégicos, con énfasis en categorías más jóvenes: vacas de primer y segundo entore.

- También se pone énfasis en la sanidad de los toros, con una adecuada revisión de los mismos y la mejora de su plano nutritivo un par de meses antes del servicio.
- Se habló de las pariciones tardías que están viviendo la mayoría de los productores criadores como consecuencia de haber tenido el año pasado un atraso en los celos y por lo tanto en las preñeces. Esto va a repercutir en los servicios si no se toman las medidas que corresponden. Hay una cantidad de tecnologías para esto que fueron discutidas en la jornada
- Se resaltó la importancia que ha venido tomando la Festuca en la zona este y en todo el país, relacionada a la incidencia de la agricultura en la ganadería. Las pasturas permanentes pueden dar un mejor retorno debido a su más larga duración.
- La fase de implantación de la Festuca es clave ya que condiciona lo que ocurre posteriormente, la producción en los siguientes años. Lo recomendable es partir de situaciones con algunos años de agricultura previa y no de un campo natural. Esto condiciona el nivel de fertilidad inicial y también el establecimiento del primer año y los niveles de productividad forrajera, los que marcan un potencial muy bueno para las características de la región este.

- En cuanto a su fertilización, si se parte de situaciones de agricultura previa, a veces hay que hacer algunas pequeñas correcciones de potasio y algún otro nutriente. Luego, en años subsiguientes asegurar niveles de fósforo básicos, de mantenimiento. En estos esquemas comienza a jugar un rol más importante la fertilización nitrogenada. Hay dos momentos claves del año, el otoño y la primavera que es donde se maximiza el efecto de la fertilización nitrogenada. El nivel de fertilización tiene relación con la persistencia, por lo que resulta una herramienta básica para asegurar la productividad del mejoramiento y su retorno económico.
- Se han probado siembras en línea y siembras al voleo tanto en la Unidad Experimental Palo a Pique como en Paso de la Laguna, en suelos arroceros. Hay buenos niveles de implantación al voleo, si bien todavía hay que hacer algunos ajustes, lo cual permitiría llevar estas siembras a mayores escalas en la región.
- En cuanto a la productividad de forraje de las festucas, se han logrado 16 – 17 ton/año de materia seca. Esto está muy correlacionado con la productividad animal, habiéndose superado los 600 kg/ha de carne por año. Además, con una muy buena persistencia, lo que reduce los costos del kilo de materia seca obtenido.
- Existen varios materiales genéticos de Festuca disponibles en el mercado, entre ellos INIA Fortuna y Aurora, los que han demostrado su superioridad con respecto

al cultivar tradicional de Festuca Tacuabé, en distribución anual de producción de forraje y calidad.

- Se presentó una herramienta para medir la disponibilidad de forraje del campo natural, la que permite contar con información objetiva para mejorar la administración del recurso forrajero. Se presentó una adaptación de un método basada en información generada en los últimos tiempos.
- Trabaja con una escala de 1 a 5 y se mide la altura de forraje con una regla. Se maneja un valor de 300 kg de materia seca de forraje disponible por hectárea por cada centímetro de altura. Por debajo de 3 – 5 cm (menos de 1.000 kg de materia seca por hectárea) se está comprometiendo la producción y la capacidad de crecimiento del campo.
- Esa productividad aumenta hasta los 9 – 10 cm, decreciendo por encima de ese nivel debido a la muerte por senescencia. Por lo tanto la recomendación establece que el rango óptimo de manejo se sitúa entre los 4 y los 10 cm de altura promedio.
- Se recomendó, al momento de hacer las mediciones, recorrer el potrero para contemplar su variabilidad y usar alrededor de 150 puntos de muestreo por potrero para considerar la misma. Lo importante es ir haciendo el ojo como forma rápida y práctica para calibrar el uso de esta herramienta operativa, para lograr un manejo más ordenado y efectivo del campo natural.



# PRESENTACIÓN DE LA PLATAFORMA DE FENOTIPADO DE TRIGO: evaluación de las principales enfermedades en materiales de Uruguay y la región



El 19 de octubre tuvo lugar en La Estanzuela la presentación de la denominada Plataforma de Fenotipado de Trigo. Se trata de una plataforma de fenotipado de precisión a campo, de materiales de trigo para tres enfermedades: septoriosis o mancha de la hoja (causada por *Zymoseptoria tritici*), roya de la hoja (causada por *Puccinia triticina*) y fusariosis de la espiga (causada principalmente por *Fusarium graminearum*).

Esta plataforma se concretó a través de un acuerdo logrado en diciembre de 2014 con el CGIAR y el Programa WHEAT, liderado por CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) e ICARDA, como parte de una red mundial de plataformas de caracterización de precisión a campo de trigo. Esta iniciativa se alinea con uno de los ejes de la política de cooperación internacional de INIA manteniendo una fuerte y activa vinculación con los actores regionales e internacionales de ciencia, tecnología e innovación de mayor relevancia a nivel mundial.

Las autoridades de INIA y CIMMYT destacaron la importancia del aterrizaje de esta plataforma en Uruguay.

El Director Nacional de INIA, Ing. Agr. Fabio Montossi, resaltó que La Estanzuela fue uno de los primeros centros regionales de mejoramiento de trigo liderado por el Dr. Boerger. “Los antecedentes de la cooperación durante muchos años con CIMMYT, sumados a las capacidades de infraestructura y personal de INIA, permitieron la concreción de este acuerdo y la puesta en funcionamiento de la plataforma, brin-

dando servicio a la región. No en vano CIMMYT es responsable por más del 50% del origen genético de los trigos en el mundo. Esta plataforma permite acceder a una amplia variabilidad genética de distintos continentes, avanzando más rápidamente en el plan de mejoramiento, lo que resulta básico para disminuir el uso de agroquímicos, actuando en clave de responsabilidad ambiental, en consonancia con la estrategia de un país proveedor responsable de alimentos”, señaló.

Por su parte la Dra. Carolina Saint Pierre, coordinadora de las Plataformas CIMMYT, enfatizó en que el mejoramiento general de trigo con fuentes de resistencia permitirá aumentar la competitividad del productor ante el cambio climático y los costos de producción incrementales, agregando valor al producto y dando cuenta de la creciente demanda.

En esta plataforma pueden participar todas las empresas, públicas o privadas, que dispongan o produzcan materiales genéticos de trigo, operando la plataforma como vínculo entre los diversos actores. Es decir que si una empresa privada de mejoramiento genético se encuentra interesada en disponer de material de otra empresa, la plataforma establecerá el contacto para que logren directamente el acuerdo que mejor represente sus intereses.

El proyecto ya tiene en el campo la segunda generación de materiales en evaluación y ha implementado cursos de capacitación y entrenamiento en los protocolos de entrenamiento y metodologías de fenotipado para las principales enfermedades de trigo, orientado a técnicos de empresas privadas e instituciones.



# JORNADA SOBRE DESAFÍOS DE LA INTENSIFICACIÓN PARA LA POLÍTICA PÚBLICA



El pasado 29 de noviembre bajo el título de “Desafíos de la intensificación sostenible para la política pública” se realizó en INIA Las Brujas una jornada de presentación de los trabajos realizados en el marco del convenio entre INIA y OPYPA (Oficina de Planeamiento y Política Agropecuaria del MGAP).

Dicho convenio de cooperación fue firmado en 2012, para fortalecer los ámbitos de estudio en materias relacionadas con los desafíos de desarrollo del sector agropecuario, en el entendido de que los fuertes cambios estructurales que se han registrado en la producción agropecuaria y agroindustrial en Uruguay durante los últimos 15 años presentan nuevos desafíos para el diseño de las políticas públicas.

La construcción de competitividad incluye hoy nuevos temas en la agenda, tanto de investigación tecnológica como en la definición de nuevos instrumentos de políticas públicas en áreas específicas con proyección de largo plazo. Los desafíos estratégicos que enfrenta Uruguay como país agroexportador determinan que el diseño de las políticas públicas deba tener una base de investigación de soporte sólida, que permita fundamentar las alternativas con una visión de mediano y largo plazo. Para lograr esto, se requiere de una articulación efectiva entre las distin-

tas organizaciones, promoviendo la interacción para la generación de ideas y propuestas.

En ese sentido, las investigaciones que se implementaron en el marco de este convenio buscaron contribuir, por un lado, al conocimiento de temáticas específicas, y por otro, aportar recomendaciones de política enfocada a mejorar el diseño y las políticas implementadas desde el MGAP y el INIA

Los temas de estudio que se definieron en el convenio se agruparon en tres áreas:

(a) Coordinación de cadenas agroindustriales, desarrollo competitivo exportador e inserción de la agricultura familiar en las cadenas de valor. En este caso, se buscó analizar el desarrollo competitivo exportador, con la inserción de la agricultura familiar en las cadenas de valor y los cambios recientes que implican la necesidad de reorganizaciones y la búsqueda de una efectiva coordinación al interior de las diversas cadenas de valor.

(b) Economía de los recursos naturales con evaluación del impacto ambiental de la intensificación productiva, evaluación del impacto de las políticas de manejo y conservación de recursos naturales y evaluación de la intensificación agrícola con riego. El sector agropecuario uruguayo ha experimentado cambios asociados a un proceso de intensificación de sus sistemas productivos, donde se registran incrementos en la escala de producción, cambios en el uso del suelo en ciertas regiones y la consolidación de nuevos y diversos modelos organizacionales.

Este nuevo contexto conlleva también a la adopción de prácticas de manejo con impacto diferencial en el ambiente, y reconfigura los incentivos para la gestión de los recursos involucrados en la producción agropecuaria, en particular los recursos naturales.

Esto demanda la necesidad de pensar estrategias para conservar los recursos naturales que sustentan la producción agropecuaria y de mejorar el conocimiento, no sólo de los incentivos que los productores tienen para implementar prácticas de manejo ambientalmente sostenibles, sino también de sus factores determinantes.

(c) Cambio técnico: análisis del comportamiento innovador de los productores agropecuarios, evaluación económica de las propuestas tecnológicas agropecuarias y evaluación de la institucionalidad nacional de soporte a la innovación agropecuaria. El sector agropecuario uruguayo ha atravesado un período inusual de crecimiento luego de la crisis financiera de 2001/02. A impulso de los subsectores de agricultura extensiva, forestación y lechería, el crecimiento del producto agropecuario ha sido, en términos históricos, único. Y junto con el crecimiento del producto se desarrollaron toda una serie de actividades conexas con el sector primario. Los servicios técnicos, de transporte y de almacenamiento han tenido un marcado crecimiento, así como el procesamiento industrial, de la mano de una fuerte inversión extranjera directa.

Ante este hecho, los diferentes subsectores del agro mostraron comportamientos diversos. El crecimiento de la agricultura extensiva fue de 7,5% anual, en términos de producto físico. En la forestación el crecimiento fue de 4,1% y en la lechería el 2,9%. En contraste con estos valores, la producción del sector ganadero de carne y lana ha mostrado una tasa de crecimiento negativa de 0,1%. Lo que no quiere decir que en la ganadería no haya habido también un proceso de mejora en la productividad, con cambio técnico, especialmente hasta 2006, por un mejor uso de recursos.

En ocasión de la jornada realizada en Las Brujas, se presentó una publicación que recoge trabajos inéditos sobre cada una de las tres áreas de estudio:

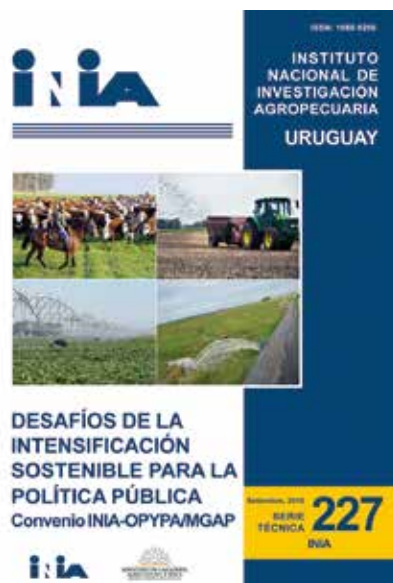
- En el área de coordinación de cadenas: estudio de caso del sector cooperativo. Se analiza el modelo adoptado por la cooperativa de productores cítricos las AGRISUR; y un análisis de los precios de la cadena vacuna de carne.
- En el área de economía de los recursos naturales: se desarrolla un trabajo conceptual sobre los desafíos de la intensificación sostenible de la producción agropecuaria.
- En el área de cambio técnico se presentan cuatro trabajos: un inventario de temas que es necesario considerar a la hora de evaluar los impactos económicos de las actividades de I+D+i; un reporte acerca del gasto nacional en I+D agropecuaria; una tipificación de productores agropecuarios con foco en los ganaderos; y un trabajo conjunto de INIA y OPYPA en el marco del programa de las Naciones Unidas conocido como la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible.

El cierre de la actividad estuvo a cargo del Presidente de la Junta Directiva de INIA, Ing. Agr. Álvaro Roel y del Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ing. Agr. Tabaré Aguerre.

Roel se refirió a las recomendaciones surgidas de la evaluación de los 20 años de INIA, en la que se remarcaba la necesidad de fortalecer la capacidad de investigación en economía aplicada. “Paulatinamente se ha internalizado en INIA esa necesidad, visualizando el desafío de aumentar la productividad, fortaleciendo además la investigación que contemple los impactos económicos y ambientales de esa intensificación”, dijo. Enfatizó en la necesidad de continuar profundizando la evaluación de los impactos derivados de la producción, con el establecimiento de metas de mediano y largo plazo, que permitan priorizar el uso de recursos. “Este va a ser uno de los ejes importantes en nuestra futura agenda de proyectos”, concluyó.

Por su parte, Aguerre remarcó que la intensificación sostenible es uno de los ejes del MGAP. “Esta es una ruta que se ha fortalecido con políticas en suelos, en agua, en campo natural. Debemos asegurar el mantenimiento de la capacidad productiva a futuro más allá de la renta de corto plazo, midiendo impactos para rendir cuentas no sólo a la sociedad de hoy, sino también a la del mañana”, afirmó.

Además destacó la necesidad de aprovechar oportunidades responsablemente, lo que supone la capacidad de generar una diferenciación y valorización en la producción, apoyada en políticas con agregado de valor ambiental mediante elementos cuantificables que aporten información al consumidor.



La publicación que recoge la información generada en los distintos proyectos de este convenio se encuentra disponible en la página Web de INIA: [www.inia.uy](http://www.inia.uy)

# SIMPOSIO-TALLER SOBRE CO-INNOVACIÓN



Ing. Agr. (Mag) María Marta Albicette

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Durante los días 27 y 28 de octubre tuvo lugar un Simposio-Taller sobre co-innovación, organizado por el Proyecto “Mejora en la sostenibilidad de la ganadería familiar de Uruguay” (UFFIP, por su sigla en inglés) el cual está siendo ejecutado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto Plan Agropecuario (IPA) y el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) junto a AgResearch de Nueva Zelanda.

El propósito del evento fue presentar casos y lecciones aprendidas de experiencias de co-innovación en el mundo y generar un espacio de reflexión para identificar aspectos a internalizar en el trabajo de investigación, extensión, políticas públicas y agronegocio en el Uruguay.

Durante el primer día, en INIA Las Brujas, se presentaron diversos casos y el segundo día, en la sede central del IPA, se destinó a la realización de talleres.

Participaron alrededor de 60 personas pertenecientes a organizaciones e instituciones nacionales vinculadas a la Universidad, a instituciones de investigación y extensión como INIA, IPA y SUL, a generadores de políticas públicas, como el MGAP y el Ministerio de Desarrollo Social, e integrantes de la Agencia de Desarrollo Rural de Canelones.

El primer día consistió en presentaciones de experiencias concretas de co-innovación de cinco países: Uruguay, Nueva Zelanda, Irlanda, Perú y Colombia.

Se presentaron tres casos de Uruguay:

**Caso 1** - Marco General. La co-innovación en INIA Alfredo Albín.

**Caso 2** - Plataforma de innovación para la sustentabilidad de sistemas ganaderos familiares en Uruguay y Argentina - Pablo Soca y Andrea Ruggia.

**Caso 3** - Proyecto Mejora en la sostenibilidad de la ganadería familiar de Uruguay (UFFIP) - Liz Wedderburn y Virginia Porcile.

La segunda sesión del día se destinó a la presentación de casos internacionales:

- Nueva Zelanda: Proyecto “Primary Innovation” - James Turner (AgResearch)
- Perú: Fondos concursables como instrumento para promover la co-innovación en cultivos y ganadería - Benjamin Quijandria Salmon (INIA Perú)
- Colombia: Del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial al Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria - Lina Marcela Tami Barrera (CORPOICA)
- Irlanda: Sucesión y herencia en la agricultura irlandesa - Kevin Heanue (TEAGASC)
- Nueva Zelanda: Monitoreo y evaluación como base para el aprendizaje y la gestión en los procesos de co-innovación - Helen Percy (AgResearch).

Luego de las presentaciones se realizaron preguntas y se intercambiaron ideas sobre los conceptos vertidos dando lugar a interesantes reflexiones sobre la temática, que sirvieron de insumo para los talleres. Se aclaró el concepto de co-innovación y la pertinencia del uso de ese enfoque en la resolución de problemas complejos con el involucramiento de múltiples actores. Se tuvo la oportunidad de verificar la aplicación de los principios de co-innovación en casos reales de los diferentes países. Quedó claro que este enfoque puede ser utilizado para investigaciones a diferentes niveles y escalas, desde un predio hasta la cadena de producción.

El elemento común de los diversos casos presentados fue que todos ellos se vieron enfrentados a la resolución de problemas complejos, fomentando procesos de aprendizaje, incorporando monitoreo y evaluación para tomar decisiones y mejorar los mismos. Las instituciones han comprendido la necesidad de adoptar un enfoque diferente al tradicional de transferencia de tecnología y están probando y aplicando modalidades diferentes.

Se mencionó un continuo de enfoques con complejidad creciente, desde la transferencia de tecnología para resolver problemas simples llegando al enfoque de co-innovación para problemas complejos. Quedó demostrado que no existe un único método y la clave está en entender el tipo de problema para identificar el enfoque a utilizar.

De las presentaciones surgieron una serie de puntos relevantes:

- Hay que tomarse tiempo para entender el problema a resolver usando el enfoque sistémico para definir cual utilizar.
- El vínculo de la co-innovación con las redes de organizaciones y personas y la necesidad de entender las reglas y normas formales e informales que los gobiernan.
- Se destacó la importancia de que todos los participantes comprendan su rol y sus funciones, considerando la importancia de las relaciones e interacciones dentro de las redes.
- Fue identificado un rol clave en los procesos de co-innovación definido como “gestor o intermediario de la innovación”. Se trata de los individuos de confianza que facilitan y catalizan el flujo de información y las relaciones entre los involucrados.
- Los países utilizan diferentes incentivos para apoyar un cambio cultural en el uso de enfoques: estimular las colaboraciones, criterios de evaluación de los proyectos, organización de talleres regulares con las partes interesadas.
- Se necesita tiempo para la introducción de cambios en el sistema, por lo que la política pública debe reconocer y tener en cuenta esto para que las iniciativas no sean abandonadas antes de que hayan tenido tiempo de demostrar su efectividad.

El segundo día, con la participación de 40 personas, se destinó a la realización de talleres donde los participantes pudieron identificar cuándo y cómo podrían aplicar los principios de co-innovación en sus propias organizaciones y proyectos, clarificándose los requisitos para la adopción de este enfoque.



Sobre la base de preguntas orientadoras se reflexionó sobre las diferencias entre el enfoque de co-innovación en comparación con otros enfoques, los desafíos que supone y los roles y responsabilidades que implica para las personas y para las organizaciones, así como qué pasos se pueden seguir.

Se presentó un resumen de las principales ideas compartidas en los talleres:

1) Las principales diferencias encontradas entre el enfoque de co-innovación en comparación con otros (por ejemplo, la transferencia de tecnología) fueron:

- Hay un mayor involucramiento de más actores (organizaciones-productores-investigadores-extensionistas) que participan a igual nivel.
- Aplica a problemas complejos.
- Se trata de un proceso con enfoque sistémico, que implica la gestión del conocimiento con todos sus componentes: proceso multiactor, multiescala, multidimensión.
- El foco está en la realidad y la necesidad del productor y su familia.
- Se da un proceso de aprendizaje y hay necesidad de evaluación y monitoreo constantes.
- Hay mayor necesidad de recursos y tiempo.

2) Lo desafiante del enfoque de co-innovación tiene que ver con algunos aspectos como:

- Lograr una efectiva articulación interinstitucional para alinear los actores y visualizar claramente el rol de cada uno con integración de las escalas y visiones.
- La necesidad de promover un cambio cultural.
- La necesidad de formar equipos multidisciplinarios.
- Generar espacios de tiempo para escuchar y aprender.
- Desarrollo de un sistema efectivo de monitoreo y evaluación.

3) El enfoque de co-innovación implica para los participantes y sus organizaciones algunos desafíos:

- Tomar conciencia y generar apertura a que los problemas se resuelven trabajando con diferentes actores.
- Gobernanza público-privada.
- Cambio de lógica de los proyectos: de corto a largo plazo, de disciplinar a multidisciplinar. Se marcó la ne-

cesidad de mayores plazos y tiempo en el territorio. Mayor monitoreo y evaluación.

- Requiere un cambio en la metodología de trabajo.
  - Necesidad de capacitación en esta nueva modalidad.
  - Trabajar para que en INIA se entienda y valore el enfoque.
  - Desde el punto de vista colectivo, ¿cómo desarrollar un sistema nacional de co-innovación?
- 4) Para avanzar con el enfoque en Uruguay es necesario:
- Una política pública global con visión de cadena, involucrando a los actores públicos y privados con mirada de largo plazo.
  - Continuar trabajando interinstitucionalmente.
  - Empezar a sensibilizar a otros.
  - Difundir las experiencias, establecer contacto con otros que tengan experiencia, promover el entrenamiento, construcción de capacidades y contar con una batería de indicadores y validarlos.



El material del Simposio-Taller Co-innovación: lista de participantes, presentaciones de los expositores, memorias del taller y entrevistas se encuentran en el sitio web del proyecto UFFIP: [www.uffip uy](http://www.uffip uy)



# ¿QUÉ APORTES HA HECHO INIA EN MATERIA DE INOCUIDAD ALIMENTARIA?



En el número anterior de la Revista INIA enfocamos la creciente importancia de la inocuidad alimentaria en el comercio mundial y las políticas públicas desarrolladas por nuestro país en los últimos años para mejorar la competitividad de los distintos sistemas productivos. En esta edición presentamos algunos trabajos realizados por INIA en torno a este tema en diversos rubros.

## PRODUCCIÓN ANIMAL

### Producción de carne

Desde mediados de la década del 2000, INIA viene desarrollando trabajos de investigación con un enfoque preventivo de identificación de las principales debilidades a lo largo de los distintos eslabones de la cadena cárnica. Los primeros trabajos se concentraron en *Escherichia coli* O157:H7, uno de los principales patógenos en carnes con implicancias en la salud humana y en los mercados internacionales. Debido a que el principal reservorio de *E. coli* O157:H7 es el tracto gastrointestinal de los rumiantes, el objetivo fue conocer su prevalencia en ovinos y bovinos en Uruguay.

En conjunto con otras instituciones de referencia a nivel nacional (INAC, Facultad de Veterinaria, LATU, MGAP), se llevaron a cabo proyectos que permitieron conocer la situación de *E. coli* O157:H7 asociados a los sistemas de producción y discutir potenciales estrategias de prevención y/o control. No obstante, *E. coli* O157:H7 no es la única preocupación para la industria cárnica, existen otros patógenos de relevancia (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* no-O157 productora de toxinas), así como el riesgo de residuos químicos.

Diversos mecanismos de cooperación internacional se han establecido en el área de inocuidad de carnes, incluyendo la formación de recursos humanos, trabajos de investigación en conjunto con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y un permanente intercambio científico a través de congresos y capacitaciones cortas. A nivel nacional, se ha avanzado mucho en el relacionamiento y trabajo inter-institucional pero aún hay mucho camino por recorrer a nivel público y privado. Tanto los productores como el sector industrial juegan un rol clave en el aseguramiento de la inocuidad de carnes a través de la aplicación de diferentes programas (Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Higiene, Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control, estrategias de reducción de patógenos en carcasas, etc.). El objetivo de INIA es continuar ampliando la investigación en inocuidad de carnes aplicando no sólo técnicas microbiológicas y moleculares tradicionales, sino también tecnología de avanzada para el estudio de patógenos, comunidades microbianas y genes bacterianos de relevancia para la salud pública.

### Producción de leche

Los consumidores a nivel mundial han presentado en los últimos años una preocupación creciente en el aspecto de inocuidad alimentaria y una resistencia cada vez mayor contra la utilización de aditivos químicos, lo que plantea la necesidad de la búsqueda de alternativas en la preservación, así como garantizar la inocuidad que viene del establecimiento lechero, donde es más eficiente el control de contaminación microbiológica, residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes.

Los trabajos de investigación en INIA comenzaron en 2007 con el objetivo de producir leche de calidad para optimizar la utilización industrial, y garantizar la inocuidad a lo largo de la cadena lechera, generando como producto una publicación: Guía de Buenas Prácticas



Agrícolas (BPA) para la producción de leche de calidad. Asimismo, se realizaron varias presentaciones en congresos y jornadas, en particular con productores queseros artesanales del litoral oeste del país. La puesta a punto y utilización de la bioluminiscencia para evaluar la higiene de establecimientos lecheros resultó una herramienta útil y adoptada por los productores.

Uruguay cuenta con un Programa Nacional de Residuos Biológicos desde hace aproximadamente 20 años y una preocupación del sector, en su conjunto, sobre la calidad de leche. Esto ha determinado un reconocimiento al momento de la apertura de mercados más exigentes.

Considerando la importancia de conocer valores de residuos e inhibidores en leche de todo el país, se desarrolló el proyecto: "Caracterización de la leche destinada a procesamiento industrial", con financiamiento ANII y llevado adelante junto a CONAPROLE, UdelaR y LATU. En el mismo se midió la presencia de metales pesados (mercurio, plomo y cadmio), residuos antimicrobianos, de plaguicidas, de medicamentos de uso veterinario, concentración de aflatoxinas e incluso contaminación radioactiva.

Del total de 35 residuos de plaguicidas y medicamentos veterinarios investigados se detectó la presencia de 3 compuestos, pero en todos los casos por debajo del límite máximo de residuos establecidos por el *Codex Alimentarius*. La totalidad de las muestras analizadas estuvieron libres de contaminación radioactiva y de metales pesados, a la vez que no fue detectada la presencia de inhibidores de crecimiento bacteriano.

## SANIDAD ANIMAL

### Control alternativo de parásitos gastrointestinales de ovinos y bovinos en pastoreo

En Uruguay, el control de los parásitos gastrointestinales (PGI) de los rumiantes se ha basado fundamentalmente en el uso de drogas químicas, lo cual ha llevado al desarrollo de parásitos resistentes a las mismas. Por otro lado, la preocupación creciente por el cuidado ambiental y la presencia de residuos en los alimentos, ha motivado la búsqueda de alternativas sustentables de control parasitario.

Es por ello que en el Programa de Carne y Lana, desde la década de los '90, una de las líneas de investigación ha sido el estudio de métodos no químicos de control de los PGI. Como métodos no químicos, los más explorados han sido el manejo del pastoreo y el uso de forrajes bioactivos y extractos de taninos condensados.

En trabajos realizados en la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó, se estudió el efecto del pastoreo previo y limpieza de pasturas con bovinos adultos (categoría bovina resistente), para el posterior destete de los corderos (categoría ovina susceptible). Los resultados de los dos años de experimentación mostraron que los corderos que pastorearon en parcelas con pastoreo previo con bovinos tuvieron cargas de parásitos más bajas que aquellos que pastorearon parcelas que previamente fueron pastoreadas con capones, requiriendo la mitad de dosificaciones.

En lo concerniente a forrajes bioactivos y taninos condensados, en INIA se han realizado una serie de trabajos de investigación para evaluar el efecto del *Lotus uliginosus* "Grassland Maku" y *Lotus uliginosus* cv 306, sobre el control de los PGI en ovinos en condiciones de pastoreo. Estos estudios se han complementado con la evaluación de taninos condensados extraídos fundamentalmente del Quebracho (*Shinopsis* spp) suministrado a ovinos y bovinos junto con un suplemento proteico. Los resultados obtenidos mostraron un efecto favorable en el control de los PGI tanto de ovinos como de bovinos, reflejándose en la reducción del número de tratamientos químicos que se debe aplicar sobre todo durante el período de engorde de los animales.

En un futuro cercano, se espera contar con información sobre el efecto de los taninos condensados en la producción y calidad de carne ovina.

### Otras contribuciones al control de parásitos

Las parasitosis, tanto por nematodos gastrointestinales como por garrapatas, sarna y dípteros, constituyen una de las limitantes más importantes para nuestra pecuaria. El control de las enfermedades parasitarias se ha basado, casi exclusivamente, en el uso de parasiticidas, lo que ha llevado al desarrollo de resistencia de

los parásitos determinando el aumento de la frecuencia de tratamientos o el uso de dosis superiores a las recomendadas. Esto ha derivado en un aumento de los residuos en carne, leche y lana, así como en una mayor contaminación ambiental. Existen varias herramientas alternativas al control químico, desarrolladas hace algún tiempo (manejo de pasturas, nutrición, empotramientos, pastoreos mixtos, tratamientos oportunos, test diagnósticos de resistencia, etc), que requieren de mayor difusión.

Con el objetivo de manejar la resistencia de los parásitos a los productos químicos y así evitar tratamientos innecesarios e ineficaces, la Plataforma de Salud Animal implementó las siguientes propuestas: a) Se instauró, a modo de ejemplo, un manejo integrado de parásitos en un establecimiento comercial. Se realizó un diagnóstico de situación, discutiendo con el productor posibles estrategias, y se realizó mensualmente un monitoreo del plan propuesto, a través de la extracción de muestras de materia fecal, FAMACHA, peso de los animales y condición corporal. Se realizó un diagnóstico de resistencia antihelmíntica (donde se detectó multiresistencia) y en el laboratorio se determinó la cantidad de huevos de parásitos por gramo de materia fecal (HPG) así como los géneros actuantes. Con este manejo se logró disminuir la cantidad de tratamientos químicos que se venían realizando, disminuyendo así los costos, se logró además el aumento en el peso de corderos a la faena y la calidad de la canal. b) Se está estudiando el efecto de una nutrición deficiente durante la embriogénesis del cordero en el desarrollo de la resistencia del cordero a los parásitos.

### Alternativas de control de la “mosca de los cuernos” en los tambos

La “mosca de los cuernos” (*Haematobia irritans*) es un díptero hematófago que afecta bovinos en pastoreo, produciendo importantes pérdidas productivas. Desde su ingreso al Uruguay (1992), su control se realiza en base a insecticidas. Los tratamientos continuos con estos productos y su uso indiscriminado llevaron a la resistencia de la mosca de los cuernos a algunos de esos productos, con la consecuente falla de eficacia. La utilización de insecticidas es también una importante limitante para la producción de carne y leche, debido a los residuos que permanecen en esos alimentos. Un ejemplo reciente es el rechazo de varios contenedores con carne del Uruguay con presencia de etión, producto utilizado tanto para el control de la mosca de los cuernos como para el tratamiento de la garrapata.

La mejor forma de evitar residuos es el uso racional de los insecticidas, asociado a medidas no químicas de control. Para eso se estudió la eficacia de una trampa de paso para el control físico de *H. irritans* en ganado lechero, que consta de un corredor central por donde pasan las vacas, el cual se cierra mediante cortinas que hacen que las moscas se desprendan del animal y

vuelen hacia la luz del techo, donde quedan atrapadas. En ensayos realizados en 2015 en tambos de Colonia y San José con el uso de estas trampas se logró una eficacia de control de entre 76 y 88%.

Estos resultados sugieren que las trampas de paso pueden sustituir completamente la utilización de productos químicos en ganado lechero. Su utilización mantiene la población de moscas muy por debajo del número considerado como causante de pérdidas económicas (200 moscas/animal). El INIA cedió este modelo de trampa de paso a la empresa Walmur para que la construya de forma comercial y pueda estar al alcance de los productores.

## PRODUCCIÓN VEGETAL

### Citricultura

Los frutos cítricos representan el principal frutal exportado en Uruguay, siendo la inocuidad uno de los factores principales que determinan la competitividad sectorial y por tanto el ingreso a los principales mercados de exportación. El cumplimiento de estándares de calidad (BRC, Global-GAP), así como la preocupación de las empresas y los consumidores por un producto inocuo, determina la necesidad de conocer con certeza la dinámica de los plaguicidas aplicados tanto a campo como durante el procesamiento post cosecha de los frutos cítricos. En INIA se ha trabajado en conjunto con la Universidad de la República-Facultad de Química para establecer la dinámica de disipación de los principales plaguicidas (imidacloprid, spinosad, difenoconazol, piraclostrobin y abamectina) aplicados a campo en las



regiones productoras de cítricos (norte y sur del país). También se ha caracterizado la dinámica de disipación de los principios activos más utilizados en post cosecha de cítricos determinando el nivel de residuos necesario en la fruta para lograr un control efectivo de los principales patógenos que deterioran la calidad comercial de los frutos durante su transporte.

El desarrollo de resistencia de los patógenos a los principales fungicidas es un problema real en la industria que debe ser abordado desde varios ángulos. En INIA, se ha trabajado en la evaluación de tecnologías de la aplicación, así como en alternativas a los fungicidas de síntesis para el control de biotipos sensibles y resistentes a los principales fungicidas, destacando la aplicación de agua caliente, sales y la evaluación *in vitro* de aceites esenciales de plantas nativas, que limitan el desarrollo de patógenos de importancia económica.

## Horti-fruticultura

Los Programas Nacionales de Investigación en Producción Hortícola y Frutícola han venido trabajando en inocuidad desde hace más de 12 años. Varios proyectos han sido enfocados en la inocuidad de las frutas y hortalizas consumidas por la población así como también en productos industrializados (vinos Tannat). Estos fueron realizados en colaboración con otras instituciones tales como Facultad de Química, Facultad de Agronomía, Mercado Modelo, IMM, DIGEGRA, INAVI. Son de destacar trabajos en evaluación del impacto ambiental de plaguicidas en diversas microcuencas.

Como resultado de estos proyectos, se encontró que los niveles de plaguicidas analizados, tanto en frutas como en hortalizas, estaban muy por debajo de los límites máximos permitidos por el CODEX. En general, se desprende de estos trabajos que tanto en producción convencional como en producción integrada, si se respetan los tiempos de espera entre aplicaciones y cosecha, no hay peligro de encontrar residuos de plaguicidas en productos de consumo final. A su vez, la implementación de la estrategia de manejo regional de plagas de Lepidópteros en frutales de hoja caduca, que tiene como uno de sus pilares la aplicación de la técnica de confusión sexual, ha permitido disminuir la aplicación promedio de insecticidas al menos en un 50% lo cual reduce aún más la aparición de residuos en fruta.

En el caso de vinos Tannat se estudió la incidencia de micotoxinas producidas por *Aspergillus* y *Penicillium* (ocratoxina A, OTA); niveles de histamina y sodio y cómo estos son afectados por prácticas de manejo agronómico y de elaboración del vino. Se evaluaron vinos provenientes de más de 20 productores en dos temporadas. Solo se encontraron trazas de OTA en algunos vinos, aunque muy por debajo del valor máximo permitido.

## Trigo

El trigo es uno de los principales alimentos de la dieta occidental, y el principal cultivo de invierno en Uruguay. Los únicos problemas de inocuidad reportados están relacionados con la fusariosis de la espiga (FE), una enfermedad destructiva de trigo que causa mermas en rendimiento y problemas de calidad. Sin embargo, el aspecto más relevante de la FE es su efecto en la inocuidad del producto final como consecuencia de la producción de micotoxinas entre las que se destacan la que comúnmente se conoce como DON y la zearalenona (ZEA).

Como en otros lugares donde la FE es endémica, ninguna herramienta de manejo por sí sola provee protección total contra la enfermedad. Las condiciones climáticas durante floración y primeras etapas de llenado de grano son el principal factor para la ocurrencia de esta enfermedad. Actualmente se cuenta con cultivares moderadamente resistentes, un espectro amplio de fungicidas triazoles con niveles aceptables de control y, que si son aplicados en el momento recomendado, con tecnología que asegure un buen mojado de las espigas y combinados con cultivares de comportamiento resistentes, logran disminuir los niveles de DON a valores adecuados. A esto deben sumarse otras prácticas a cosecha y post cosecha que pueden minimizar pérdidas, así como un sistema de pronóstico de DON ajustado por INIA junto a la Universidad de Guelph, disponible en nuestra Web.

La investigación en la fusariosis de la espiga continuará siendo una prioridad en INIA, con el objetivo de encontrar soluciones a este problema que afecta toda la cadena de producción de trigo. Los avances que se logren permitirán reducir los riesgos en su incidencia, así como su efecto en los resultados económicos y de inocuidad de la producción, comercialización, industrialización y exportación del cereal.

### Producción de carne:

Ing. Agr. MSc. Pablo Rovira  
Ing. Agr. PhD. Gustavo Brito

### Producción de leche:

Lic. Nutr. MSc. Inés Delucchi

### Sanidad animal:

DMV PhD. América Mederos  
DMV Cecilia Miraballes  
DMV Eleonor Castro Janer

### Citricultura:

Ing. Agr. PhD. Joanna Lado

### Horti-fruticultura

Qco. PhD. Facundo Ibáñez  
Ing. Agr. PhD. Roberto Zoppolo

### Trigo:

Ing. Agr. PhD. Silvia Pereira  
Qco. PhD. Daniel Vázquez

### Edición:

Ing. Agr. PhD. Santiago Luzardo

# ALIANZA GLOBAL PARA LA INVESTIGACIÓN SOBRE GASES EFECTO INVERNADERO



Del 10 al 13 de octubre tuvo lugar la sexta reunión del Consejo de la Alianza Global de Investigación sobre Gases Invernadero Agrícolas (GRA) en la ciudad de México. La GRA reúne a 46 países interesados en encontrar formas de producción agropecuaria que reduzcan el impacto de las mismas en el calentamiento global asociado al cambio climático y Uruguay es miembro fundador.

La reunión incluyó la presentación y aprobación del Plan Estratégico 2016-2020 GRA, la presentación de "Proyectos Bandera" de la Alianza para los próximos años y el análisis de nuevos socios en la colaboración internacional.

El Ing. Agr. Gonzalo Zorrilla, Director del Programa de Producción de Arroz de INIA, participó de estas reuniones como Co-Coordenador del Grupo de Investigación en Arroz de Riego de la GRA.

El tema de mayor relevancia fue la discusión de los "Proyectos Bandera" que la Alianza priorizará para los próximos años. Los cuatro que resultaron priorizados y recomendados para inmediata ejecución:

1 - Validación en campo de técnicas de riego que reducen emisiones, costos y consumo de agua sin afectar rendimientos en sistemas arroceros.

2 - Mejora de los inventarios de emisiones de gases de los países

3 - Centro de coordinación para la mitigación de la fermentación entérica en rumiantes

4 - Secuestro de carbono en el suelo

Cualquiera de estos temas es de alta relevancia para nuestro país, que participará activamente en la elaboración y ejecución de los proyectos.

El proyecto de riego en arroz fue presentado por G. Zorrilla y pretende generar un impulso para la adopción de técnicas alternativas de manejo del riego, que incluyen básicamente la alternancia de períodos de inundación y secado de la chacra. Todas las investigaciones en la región, en USA y en Asia confirman que este es un método de alta eficacia para reducir emisiones de metano, a la vez que reduce el consumo de agua e incluso los costos, si el riego es por bombeo, y que bien realizado no genera pérdidas de rendimiento. La limitante para la adopción está en la falta de validación a campo de estas técnicas, que puedan permitir que el productor les tome la mano a las mismas.

Estos proyectos serán regionales y/o globales e involucran varios países y varias instituciones internacionales.



## Boletín de divulgación 104 (2ª edición)

### Manual de identificación de enfermedades de la soja

El objetivo de este manual es brindar a técnicos y productores una guía práctica que les permita una identificación a campo de las enfermedades más comunes asociadas al cultivo de soja en nuestro país. Este manual presenta un enfoque práctico de campo, acercando elementos para reconocer las enfermedades y aquellas afecciones no infecciosas y/o abióticas que se pueden confundir con las mismas.

En esta segunda versión, ampliada y corregida, se han incorporado descripciones para daño por sequía, encostramiento y podredumbre de raíz y base de tallo por fitófтора, así como actualizado algunos agentes causales y datos relativos a las enfermedades descritas en la primera versión.

Para cada enfermedad se incluye: el nombre común de la enfermedad y su agente causal, una breve descripción de los síntomas, así como alguna mención o recomendación básica de manejo.



## Boletín de divulgación 111

### Producción integrada de ajo

Esta publicación ha sido concebida como una herramienta de trabajo para los productores, técnicos y toda aquella persona que desee conocer y aplicar los procedimientos establecidos. La Producción Integrada (PI) se define como un sistema de manejo de los predios para la obtención de alimentos de buena calidad y con alta productividad, priorizando los métodos de producción ecológicamente seguros y económicamente viables. Los productores que han participado en el Programa de PI y aquellos que valoran la composición tecnológica propuesta en las normas de los diferentes cultivos las emplean como pautas y recomendaciones habituales de manejo en sus explotaciones.

La adopción de la tecnología incluida en las normas por cultivo le permite a cualquier productor y a los técnicos asesores, llevar adelante un proceso productivo equilibrado en el manejo de los recursos, proyectado en el largo plazo y que tiene como pilares básicos la seguridad alimentaria e inocuidad, la conservación de la diversidad, la protección de los trabajadores y la rentabilidad sostenible en el tiempo. Por este motivo, consideramos que la presente edición destaca la relevancia de las normas propuestas, aportando información complementaria y material gráfico ilustrativo.



## Serie Técnica 227

### Desafíos de la intensificación sostenible para la política pública

MGAP e INIA firmaron un convenio de cooperación en 2012, para fortalecer los ámbitos de estudios en materias relacionadas con los desafíos del desarrollo del sector agropecuario.

Los temas de estudio se agruparon en tres áreas: (a) Coordinación de cadenas agroindustriales, desarrollo competitivo exportador e inserción de la agricultura familiar en las cadenas de valor; (b) Economía de los recursos naturales, con evaluación del impacto ambiental de la intensificación productiva, evaluación del impacto de las políticas de manejo y conservación de recursos naturales y evaluación de la intensificación agrícola con riego y (c) Cambio técnico; análisis del comportamiento innovador de los productores agropecuarios, evaluación económica de las propuestas tecnológicas agropecuarias y evaluación de la institucionalidad nacional de soporte a la innovación agropecuaria.



# BENEFICIOS POR ESTAR REGISTRADO EN NUESTRO PORTAL: [www.inia.uy](http://www.inia.uy)

- RECIBE LA REVISTA INIA EN SU DOMICILIO EN FORMA TRIMESTRAL Y GRATUITA
- RECIBE INVITACIONES A ACTIVIDADES E INFORMACIÓN EN GENERAL POR CORREO ELECTRÓNICO
- PUEDE PERSONALIZAR SU PERFIL ACORDE A SUS PREFERENCIAS

Para optimizar el envío de la Revista INIA es fundamental mantener la base de datos actualizada. Para lograrlo le solicitamos que ingrese a su ficha personal con su número de cédula y contraseña y revise TODOS sus datos.

AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN

Por dudas y consultas estamos a las órdenes en el T. 23677641 Int. 1764 de 8 a 16:30.



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

