



# Sumario



Foto de tapa: Prospección de suelos en INIA Las Brujas (Foto E. Bianchi)

## 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**  
**Dr., MSc. Pablo Zerbino**  
Asociación Rural del Uruguay  
Federación Rural

**Ing. Agr. Joaquín Mangado**  
**Ing. Agr. Pablo Gorriti**  
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

**Fotografías:**  
Edison Bianchi, Amado Vergara

**Realización Gráfica y Editorial:**  
Aguila Comunicación y Marketing  
Tel.: 2908 8482, Montevideo.  
**Edición:** Setiembre 2015 / N° 42  
**Tiraje:** 25.000 ejemplares.  
**Depósito legal:** 334.686  
Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores. La Revista INIA es una publicación de distribución gratuita del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Oficinas Centrales: Andes 1365 Piso 12 Montevideo C.P.11700, Tel.: 2902 0550  
**E-mail:** [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)  
**Internet:** <http://www.inia.uy>

Revista trimestral.

## Revista N° 42 / Setiembre 2015

<b>EDITORIAL</b>	1
<b>INIA POR DENTRO</b>	
• Cambio de delegado en la Junta Directiva	2
• Directriz estratégica institucional: capacitación	3
<b>PRODUCCIÓN ANIMAL</b>	
• Recría y engorde de corderos durante el verano	4
<b>PASTURAS</b>	
• Acuerdos para la producción de semillas Básicas de cultivares forrajeros públicos	10
• Certificación de gramíneas forrajeras	11
<b>CULTIVOS</b>	
• Herramientas de manejo para el cultivo de soja	13
• FERTILIZ-ARR: una nueva herramienta para la fertilización del cultivo de arroz	19
<b>HORTIFRUTICULTURA</b>	
• Dependencia del cultivo de manzana a la polinización entomófila	22
• Granadas: un cultivo para la diversificación	27
• Abonos verdes, enmiendas orgánicas y mínimo laboreo	31
<b>FORESTAL</b>	
• P-FOR: nueva herramienta en sanidad forestal	36
<b>SUSTENTABILIDAD</b>	
• Síntesis del seminario calidad de aguas y sistemas agropecuarios	39
<b>SOCIOLOGÍA</b>	
• Hacia sistemas productivos más sustentables	44
<b>AGROCLIMA</b>	
• Preguntas frecuentes sobre "El niño - La niña"	49
• CuantAgua: sistema de estimación de agua en el suelo	53
<b>NOTICIAS</b>	
• La Red Innovagro distinguió al Crilu	57
• Taller de análisis de información sobre producción de arroz	60
• Taller sobre recursos hídricos	62
• 2015: Año internacional de los suelos	64
• INIA en Expo Prado	67

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

En estas semanas INIA está dando comienzo a la implementación de su nuevo Plan Estratégico. Este es un proceso que va a ocupar un lugar prioritario en la agenda de trabajo institucional durante los próximos meses. Este es el momento de consolidar la visión estratégica pero, a su vez, su implementación en el accionar del Instituto. Entendemos, y así lo definimos, que debemos aprovechar esta instancia no sólo para definir las áreas y temas de investigación e innovación, en una visión más tradicional de un Plan Estratégico, sino que también debemos de promover simultáneamente la discusión de cómo nos organizamos para llevar adelante esa agenda priorizada.

Este proceso arranca con lineamientos definidos, con mirada de largo plazo, con orientaciones que están claramente trazadas: excelencia científica en respuesta a las necesidades y oportunidades que vienen de los sistemas productivos y su inserción comercial en el mundo; cultivar la cultura de la anticipación; más y mejor articulación, complementando roles y saberes, priorizando lo que vamos a hacer y diciendo que no a lo que otros pueden hacer mejor.

El nuevo Plan Estratégico deberá contar con una menor cantidad de proyectos, de mayor porte e impacto potencial, que estructuren adecuadamente líneas de investigación, que incorporen la dimensión territorial, con una amplia integración de técnicos de distintos Programas, Unidades y Plataformas de Investigación, que conciban la estrategia de transferencia de sus resultados desde su propia génesis, en coordinación y articulación con otras organizaciones nacionales e internacionales de investigación e innovación.

Apuntamos a seguir fortaleciendo una estrategia de trabajo sistémica, consolidando plataformas integradoras de disciplinas. Eso requiere de un enfoque amplio, capaz de acompañar la transformación desde una perspectiva más reduccionista de la investigación agropecuaria hacia un modelo mucho más sistémico/holístico necesario para afrontar los desafíos de hoy y del futuro.

La definición es dar participación activa y de manera comprometida a todos los actores: tanto de los propios



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

instrumentos institucionales del INIA como son las gremiales de productores, Consejos Asesores Regionales, la academia, los diferentes ámbitos de gobierno, así como a los diferentes estamentos de la institución en su elaboración. Esta complementariedad de visiones, a través de una discusión madura y prospectiva, nos permitirá perfilar los principales ejes estratégicos, así como su implementación en los próximos años.

En un país que apuesta, en un horizonte temporal de mediano plazo, a duplicar sus exportaciones de alimentos, la generación de conocimiento de calidad para los distintos sistemas productivos resulta clave. Esa generación de conocimiento original debe además potenciarse con la promoción de redes de innovación que den soporte científico a las políticas públicas y de inserción comercial en el mundo.

En este contexto, la consigna es continuar trabajando con excelencia científica sin perder cercanía con el productor, conjugando esos dos conceptos que necesariamente deben ser complementarios.

Sin dudas, estamos ante una instancia desafiante para proyectar nuestra inserción en un mundo de cambios permanentes, cada vez con mayores exigencias, que requiere repensarse permanentemente para continuar siendo competitivos. En este escenario, la ciencia y la tecnología son indispensables para un sector agropecuario que consolide los conceptos de "agroexportador, agointeligente y agroinnovador"... hacia ahí vamos.



# CAMBIO DE DELEGADOS EN LA JUNTA DIRECTIVA



En un proceso natural de recambio de integrantes de la Junta Directiva de INIA, hace algunas semanas se produjo el cambio del representante de la Federación Rural en la misma.

El Ing. Agr. Jorge Peñagaricano sustituyó al Dr. Álvaro Bentancur.

El Ing. Agr. Jorge Peñagaricano desarrolló buena parte de su trayectoria profesional como técnico del SUL, lo que le ha permitido acumular vasta experiencia en actividades de transferencia de tecnología con productores ganaderos.

Ha presidido e integrado la comisión directiva de Carne Angus del Uruguay. Actualmente es, además, directivo de la Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus del Uruguay.

Integró el CAR de INIA Tacuarembó desde el año 2009 en representación de la Asociación Rural de Florida.

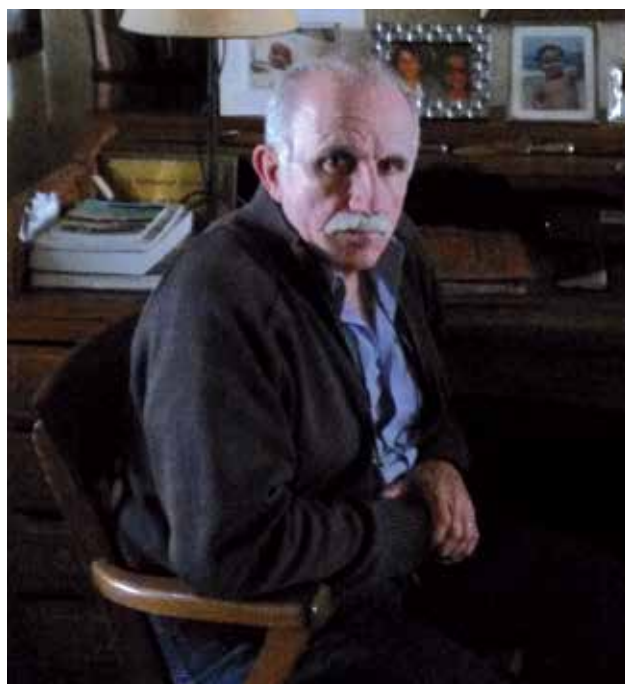
Al solicitarle una reflexión sobre su incorporación a la Junta Directiva de INIA, expresó: “Después de casi 40 años de vida profesional dedicado a la transferencia de tecnología y al asesoramiento de productores me toca ahora este nuevo desafío, que es muy importante por todo lo que INIA representa para la agropecuaria nacional, sobre todo por su capacidad de aporte futuro, en un mundo que todos los días nos muestra que ‘lo

único permanente son los cambios’. En esta nueva función procuraremos hacer nuestro aporte de ideas para el mejor funcionamiento del Instituto, con compromiso con el país y su gente”.

Por su parte, el Dr. Álvaro Bentancur, reconocido dirigente gremial vinculado a la Sociedad Rural de Durazno y actual integrante del Consejo Directivo de la Federación Rural, deja su tarea en la Junta Directiva luego de más de 6 años de trabajo, los tres primeros años como alterno y en el último periodo como titular.

Como vivencia más destacada en este periodo integrando la Junta Directiva, mencionó la ventaja que significa el tener al sector productivo en la gestión del Instituto, ya que da una sensación de pertenencia y compromiso para encarar los distintos temas de trabajo.

“Esta es una característica que se reconoce desde otras organizaciones de investigación en otras partes del mundo”. Ratificando esta situación, agregó: “La posibilidad de definir la agenda de investigación, conjugando la visión del sector productivo y de los investigadores permite un enfoque con mucho mayor riqueza, que ha ayudado a consolidar la buena imagen de INIA, tanto en lo nacional como internacionalmente”.



# 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.

## Qco. Facundo Ibáñez



El Qco. Facundo Ibáñez comenzó su relación con INIA Las Brujas en 2005, donde realizó el practicantado de final de la carrera de grado, convirtiéndose en el primer egresado de la carrera de Químico con Orientación Agrícola y Medio Ambiente de la UdelAR. Posteriormente, se mantuvo vinculado a INIA a través de proyectos de investigación en las áreas de fruticultura, horticultura y el manejo alternativo de plagas, con una estrecha vinculación al área de agroalimentos, su composición y calidad, participando en proyectos donde se requería un aporte desde el campo de la química analítica para caracterización de calidad de aceites de oliva, carnes,

vinos, frutas y hortalizas. Para cumplir con estos objetivos se ampliaron las instalaciones de los laboratorios de calidad y poscosecha de la Estación Experimental, incrementándose la capacidad de análisis y de desarrollo de metodologías analíticas.

Como parte de la estrategia de INIA en formación de sus recursos humanos, se postuló a la realización de un doctorado en el área de las Ciencias Vegetales y en 2011 recibió la beca Fulbright del gobierno de los Estados Unidos para realizar el posgrado en una universidad de ese país.

Se seleccionó la Universidad Texas A&M y su programa de Ciencias Ambientales y Moleculares en Vegetales. La currícula de estudios estuvo caracterizada por una fuerte carga en formación teórica y práctica en Fisiología Vegetal Avanzada, Bioquímica y Biología Molecular, Fisiología del Estrés y Fitohormonas. En mayo de 2015 recibió su título de PhD con la disertación: “Modulación de la biosíntesis de fenilpropanoides y taninos hidrolizables en fruta como respuesta a estreses en hoja”.

A partir de su formación, el objetivo es consolidar un equipo de trabajo en Ciencias de los Alimentos de INIA, fortalecer los vínculos y extender la red a los investigadores del Instituto que trabajan en esta área. Esto se sustentará en la formación de una Plataforma en Agroalimentos INIA, transversal a los rubros productivos, para aportar a la calidad nutricional y la diferenciación de los alimentos que produce el país.

Esta caracterización y diferenciación de los alimentos es crucial, tanto para acceder a los mercados más exigentes, como para contribuir a una alimentación saludable de los uruguayos. Para lograr sinergias y optimizar recursos se fortalecerán los vínculos y los canales de comunicación con los demás actores y sectores involucrados, tanto del país como del exterior.



# RECRÍA Y ENGORDE DE CORDEROS DURANTE EL VERANO EN SISTEMAS GANADEROS EXTENSIVOS: La experiencia de INIA en Basalto, recomendaciones técnicas y prácticas

Ing. Agr. (PhD) Fabio Montossi<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. Fiorella Cazzuli<sup>2</sup>, Ing. Agr. (PhD) Ignacio  
De Barbieri<sup>2</sup>, Dra. Zully Ramos<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Carolina Silveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director Nacional INIA

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

<sup>3</sup>Ex - Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

## INTRODUCCIÓN

El contexto actual de los precios internacionales de la carne ovina es auspicioso, por lo cual se hace imprescindible el aprovechamiento de este escenario para incrementar la competitividad del rubro, a través de una mejora en la producción y eficiencia de los sistemas ovinos y de la cadena cárnica en su conjunto.

El verano es la estación del año con mayor variabilidad interanual en términos de precipitaciones, lo cual impacta directamente en la producción y el valor nutritivo del forraje consumido por los animales. Esta variabilidad natural a su vez puede verse distorsionada por efectos del cambio climático, afectando en forma mayor a los siste-

mas pastoriles más vulnerables (suelos medios a superficiales en el norte). Por lo tanto, esta es la estación del año que consideramos como más restrictiva para lograr de manera sostenible buenos niveles productivos, con efectos directos en el negocio del productor.

En este artículo se resume información científica y tecnológica de más de 10 años de investigación generada por INIA Tacuarembó, para la recría y el engorde de corderos durante el período estival para la región de Basalto. La información sistematizada y resumida en el mismo, se encuentra desarrollada en profundidad en la Serie Técnica INIA N° 223 "Estrategias de alimentación y manejo de la recría estival de corderos en la región Basáltica" (2015).



El objetivo de este artículo es aportar a productores y técnicos información sobre diferentes herramientas tecnológicas que contribuyan al incremento, complementación y diversificación de la producción ovina y su eficiencia en sistemas ganaderos extensivos y semi-extensivos, así como a la desestacionalización de la oferta de corderos en el Uruguay y el abastecimiento más regular de los mercados de exportación del país.

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el Cuadro 1 se presenta información resumida de ganancias individuales (gramos/animal/día), producción por unidad de superficie (kgPV/hectárea) y carga

animal (animales/hectárea) evaluadas sobre diferentes bases forrajeras en ensayos realizados en la Unidad Experimental "Glencoe" de INIA Tacuarembó.

En las mejores opciones evaluadas para la producción y terminación de corderos pesados sobre pasturas dominadas por leguminosas, en condiciones de secano, se obtuvieron ganancias promedio en el rango de 80 a 130 g/an/día y producciones por hectárea entre 100 a 120 kg de peso vivo en períodos de 100 a 120 días.

Sobre la información generada y presentada en el Cuadro 1, se destacan los siguientes aspectos técnicos y productivos:

**Cuadro 1** - Niveles de producción logrados en sistemas de recría/engorde de corderos durante el período estival sobre distintas opciones forrajeras en la región de Basalto.

Base Forrajera	Carga (an/ha)	Período (meses y días)	GMD (g/an/d)	Producción (kgPV/ha)	Observaciones
<b>LOTUS DRACO</b> (Mejoramiento de Campo)	9 - 18	Dic-May (133 días)	84 - 129	117 - 190	100% de los corderos terminados* a una carga de 9 corderos/ha
<b>TRÉBOL ROJO + ACHICORIA</b>	10 - 32	Ene-May (97 - 124 días)	54 - 126	122 - 190	La mayor proporción de corderos terminados* se logró con 10 an/ha y es posible lograrlo con 16 an/ha pero estos deben estar suplementados
<b>TRÉBOL ROJO BAJO RIEGO</b>	25	Feb-Jun (102 días)	101 - 136	258 - 347	100% de los corderos terminados* con o sin suplementación
<b>TRÉBOL BLANCO+LOTUS CORNICULATUS</b> (Pradera convencional de 4º año más raigrás espontáneo)	6.3	Oct-Feb (103 días)	152 - 184	98 - 120	100% de los corderos terminados* con o sin suplementación
<b>MOHA</b>	36 - 72	Dic-Mar (82 días)	58 - 103	304 - 342	No se logró terminar* los corderos. La suplementación después de 40-60 días de comienzo del pastoreo mejora sustancialmente la productividad animal
<b>SUDANGRAS</b>	37 - 71	Dic-Mar (82 días)	(-30) - 46	140**	No se logró terminar* los corderos. Cargas mayores a 50 an/ha fueron excesivas inclusive para una adecuada recría. La suplementación después de 40-60 días de comienzo del pastoreo mejora la productividad particularmente en las cargas más bajas (37 y 54 an/ha)
<b>Suplementación sobre campo natural con ración comercial (2% del PV)</b>	10	Ene-Abr (103 días)	122-141	130-150	El experimento finalizó con el engorde total de los corderos* sobre verdes de invierno. Los animales fueron faenados en julio.

Nota: an/ha = animales/ha; GMD = rango de ganancias medias diarias según tratamientos; Producción = producción de peso vivo en el período considerado; \*terminación según requisitos del Operativo de Corderos Pesados (peso vivo igual a mayor a 34 kg y condición corporal igual o mayor a 3.5 unidades; \*\*no se consideran los valores negativos por uso excesivo de carga animal.

EL USO DE CULTIVOS FORRAJEROS ESTIVALES CON ADECUADA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA, O LA UTILIZACIÓN DE PASTURAS DE LEGUMINOSAS, SOLAS O EN MEZCLA, PERMITEN LOGRAR BUENAS PRODUCTIVIDADES INDIVIDUALES Y POR HECTÁREA DE CARNE DE CORDERO DURANTE EL VERANO.

PARA UNA BUENA RECRÍA DE CORDEROS SE DEBEN FORMAR LOTES PAREJOS, PRESUPUESTAR LA NECESIDAD DE PASTURAS Y HACER PASTOREOS CONTROLADOS

**1)** Existen oportunidades en el uso de cultivos anuales estivales como la moha y sorgo forrajero o sudangrás para mejorar la recría y producción de carne de corderos. Estos cultivos cuentan con una alta capacidad de carga, pero son limitantes en cuanto al potencial a lograr en términos de la ganancia de peso vivo individual que condicionan la producción de corderos pesados. Estas ganancias individuales pueden ser mejoradas con una suplementación estratégica, principalmente proteica.

**2)** El uso de suplementación proteica sobre campo natural reservado favorece la mejora de la productividad (individual y por unidad de superficie) con relación al empleo tradicional del campo natural como única dieta de los corderos post destete. Esta alternativa puede ser muy atractiva para suelos de baja productividad que limitan la implantación de pasturas mejoradas.

**3)** La alternativa de utilización de “bancos verdes especializados para favorecer el crecimiento de corderos” durante el verano, en base al uso de leguminosas puras o en mezcla, ya sea el caso del *Lotus corniculatus* o la mezcla de trébol blanco y achicoria, permiten lograr productividades individuales y por unidad de superficie atractivas.

**4)** La información generada demuestra el efecto determinante de la elección de una carga animal óptima para cumplir con los umbrales mínimos de pesos vivos  $\geq 34$  kg y una condición corporal  $\geq 3.5$  unidades, que requiere el mercado de corderos pesados.

**5)** Se recomienda el uso de un sistema de pastoreo controlado, que favorezca el rebrote, valor nutricional, capacidad de carga y persistencia de las pasturas de verano empleadas.

**6)** La suplementación estratégica de corderos sobre estas bases forrajeras estivales, con niveles restringidos de oferta de suplementos, es una opción válida para mejorar la performance individual y por unidad de superficie, asegurar la productividad frente a situaciones de pobre crecimiento forrajero, situación habitual en el verano, y mejorar la proporción de corderos terminados de acuerdo a los requisitos del operativo de corderos pesados del Uruguay.

**7)** El peso al destete y/o al inicio del proceso de recría y engorde es un elemento clave en el uso de sistemas intensivos de recría y engorde de corderos durante el período estival. Bajos pesos vivos al destete y/o al inicio del proceso (inferiores a 23 – 25 kg) y/o destetes tardíos (ej. después de la segunda quincena de enero) dificultan el logro del engorde estival de corderos pesados en un período de 100 a 120 días de invernada.

**8)** La información incipiente de la incorporación en el Balsalto de un área estratégica que incluya el uso del riego suplementario sobre pasturas puras de trébol rojo, aparece como una alternativa tecnológica válida para favorecer la terminación de corderos pesados en el período estival sobre suelos de alto potencial productivo.

**9)** La aplicación de un plan sanitario adecuado es esencial para la aceleración del crecimiento de los corderos, tanto durante la lactancia como en el post destete, con especial referencia al control de parásitos gastrointestinales (PI), clostridiosis, afecciones podales y ectima contagioso.





**10)** El uso de la tecnología de los cruzamientos con razas carniceras, acompañada de un adecuado nivel de alimentación, mejora el crecimiento de los corderos así como el peso y rendimiento de las canales y proporción de cortes valiosos obtenidos. Ello es clave para lograr animales adecuados cuando existe una ventana reducida de tiempo para llegar al mercado.

**11)** Los corderos deben disponer de agua de bebida de buena calidad. Los requerimientos diarios individuales promedio de agua para los corderos en sistemas de engorde superan los 4 litros. En general, el consumo de agua es el doble que el del alimento (en base seca), si bien varios factores pueden alterar esta proporción.

**12)** Se debe proveer también de sombra y protección contra los imprevistos del clima, asegurando el bienestar en los corderos durante el verano.

**13)** Aunque no se presenta la información generada por INIA para estos sistemas, la inclusión del encierre a corral en el engorde de corderos pesados es una opción tecnológica factible de implementar en el Uruguay, aunque es altamente dependiente del precio del cordero. Esta alternativa tiene un elevado costo de producción, asociado al importante uso de concentrados en la alimentación. Las evaluaciones económicas recientes de la aplicación de esta tecnología demuestran restricciones para justificar su aplicación a nivel comercial.



## CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y PRÁCTICAS

En términos generales, para tener un proceso eficiente de recría y/o engorde estival de corderos del punto de vista productivo y económico, se recomienda establecer un plan que, entre otros, contemple:

**1)** Un seguimiento de un grupo representativo (15 a 20% de los animales) con controles cada 20 a 30 días de la evolución de peso y condición corporal, lo cual permite realizar una evaluación objetiva del cumplimiento de los objetivos propuestos de ganancia de peso y de terminación de los animales, así como agilizar el proceso de toma de decisiones de orden correctivo.

**2)** La formación de lotes de corderos según rangos de peso y edad, lo cual asegura el ajuste de las necesidades nutricionales de los mismos y la adecuación a la disponibilidad y valor nutritivo del forraje disponible.

**3)** Un tamaño adecuado de los lotes de engorde. Se recomienda que el tamaño del lote no sea mayor a 500 corderos (especialmente si se realiza suplementación).

**4)** Una presupuestación forrajera previa al comienzo del engorde, considerando los objetivos de producción y la opción forrajera a utilizar.

**5)** Una correcta elección de los animales en su origen. Por ello, los corderos se deben seleccionar (propios o

comprados) lo más homogéneos posibles en términos de peso y condición corporal, pero también en cuanto a un proceso de cría y recría similar, así como una correcta sanidad previa.

**6)** Sobre las pasturas dominadas por leguminosas, se señala la necesidad de generar una acumulación de forraje de buena calidad durante la primavera previo al comienzo de la recría y/o en engorde de 1800-2000 kgMS/ha (8 – 10 cm de altura).

**7)** En períodos de recría/engorde cortos (100 a 120 días) y eficientes (ganancias superiores a 130 g/an/día) sobre las diferentes opciones forrajeras manejadas, es conveniente utilizar sistemas controlados de pastoreo, con 7 días de pastoreo y 21 días de descanso, frente a otras opciones más intensivas (como por ejemplo pastoreo diario) o más extensivas como el pastoreo continuo.

**8)** Es conveniente saber de cuánto forraje se dispone durante el proceso. El uso de la regla graduada es deseable para lograr los objetivos de ganancia de peso y de manejo adecuados para cada pastura y en cada estación. En este sentido, se recomienda la lectura de la sección “El uso de la altura del forraje: una herramienta disponible para el manejo eficiente de sistemas pastoriles orientados a la producción ovina” (Montossi *et al.*, 2013) de la Serie Técnica INIA N° 206.



9) Un correcto manejo de los corderos inmediatamente al destete. Recién destetados, separados de sus madres, los corderos son una categoría sensible y no adaptada al manejo con alambre eléctrico. Por ello, se deben tomar precauciones para su adaptación al manejo intensivo sobre pasturas mejoradas con eléctricos y eventualmente con la suplementación. En este sentido, es recomendable mantenerlos en los Bretes por 24 a 28 horas con agua a voluntad, así como proveerlos de alimentos (fardos y/o pequeñas concentraciones de ración) y la presencia de líneas de eléctricos para que los animales experimenten por primera vez esta forma de manejo.

### REFLEXIONES FINALES

El objetivo de esta línea de trabajo, en el contexto de sistemas ganaderos extensivos y semi-extensivos donde se concentra la producción ovina nacional (ej. región basáltica) fue contribuir a la generación de coeficientes técnicos que permitan analizar el retorno económico de la incorporación de estas tecnologías, tanto en el proceso de recría y/o engorde de los corderos durante el período estival, como en la evaluación de su impacto a nivel de todo el sistema productivo.

Dado el contexto favorable de precios de la carne ovina y la importancia que tiene el rubro en nuestro país, merece la atención realizar un esfuerzo para mejorar la producción y eficiencia de los sistemas productivos que incluyen la carne ovina entre sus rubros de producción.

En este caso, nos enfocamos en el aumento de la producción eficiente de carne ovina de calidad durante los meses estivales.

Por otra parte, el desarrollo del negocio operativo cordero pesado está cimentado en una experiencia de casi dos décadas, lo que contribuye a facilitar los aspectos de logística, comercialización y financiación, con las consecuentes ventajas de una planificación y confianza generada en el largo plazo. De cualquier manera, es importante destacar los incentivos económicos para la producción de corderos pesados en el período estival ampliado (diciembre – abril).

Entre los principales factores económicos que determinan la viabilidad del negocio de engorde de corderos pesados durante el período estival, está el precio que se obtiene por el producto. En referencia a ello y más allá de los potenciales incentivos presentes por entrada temprana en el año por parte de la industria frigorífica, un estudio realizado por Buffa y Mondelli (2014) sobre la estacionalidad del precio promedio del cordero pesado en 5 años (2008-2013) demuestra la conveniencia de planificar su venta preferentemente entre los meses de julio a octubre (Cuadro 2).

A modo de ejemplo, vender un cordero en octubre implica un precio 9% superior en comparación a una venta de marzo. Sin embargo, el momento de venta de los corderos impacta sobre la cantidad total de cabezas en el predio, específicamente la cantidad de ovejas que pueden ingresar al sistema. En definitiva, la venta temprana en el año de los corderos pesados si bien tiene un efecto negativo en cuanto a precio, por otro lado

**Cuadro 2** - Variación mensual del precio del cordero con respecto al valor promedio del año

Mes	Variación de precio en %
Enero	-13
Febrero	-8
Marzo	-3
Abril	1
Mayo	1
Junio	4
<b>Julio</b>	<b>6</b>
<b>Agosto</b>	<b>7</b>
<b>Setiembre</b>	<b>8</b>
<b>Octubre</b>	<b>6</b>
Noviembre	-1
Diciembre	-8



permite mejorar la capacidad de carga animal (ej. ovejas) del sistema y por lo tanto posibilita generar una mayor cantidad de corderos para vender posteriormente. Esto resulta en que el margen bruto de un sistema que vende los corderos en mayo (precios bajos) en comparación con uno que venda los corderos en octubre (precios altos), son muy similares.

Adicionalmente, en base a la información generada, es claro que las tecnologías manejadas requieren de una inversión en insumos y mayor demanda de mano de obra capacitada. Para favorecer la entrega temprana de corderos, los incentivos de precios a lo largo del año y entre años, deben ser lo suficientemente atractivos para que los productores incorporen sistemáticamente la mejora de la recría estival y el engorde de corderos, lo que permitirá reducir la estacionalidad de su faena.

Los futuros trabajos de INIA estarán centrados en profundizar estudios sobre suplementación estival de corderos en sistemas con autoconsumo o infrecuentes. Asimismo, también se ajustarán aún más los niveles de proteína necesarios para mejorar la productividad de corderos bajando costos, para hacer más atractiva esta práctica. Otros temas de trabajo son la incorporación de nuevos biotipos y la aplicación del riego en pasturas/cultivos enfrentando un aumento de la variabilidad de clima. Todo esto será realizado en forma conjunta con

la evaluación para la producción animal de nuevas alternativas forrajeras que están siendo liberadas por los programas de mejora genética de gramíneas (ej. perennes estivales) y leguminosas del INIA para las regiones ganaderas del Uruguay.

El objetivo no solo está centrado en el aumento de la producción durante los meses de verano, sino también en optimizar el uso de los recursos y su sustentabilidad (suelo, agua) de los predios, contemplando aspectos de bienestar animal.

## MATERIAL DE CONSULTA

BUFFA, I.; MONDELLI, J. 2014. Estrategias productivas y su impacto económico en sistemas de producción de carne ovina de intensificación variable. En: Seminario de actualización técnica: producción de carne ovina de calidad. Serie Técnica N° 221. INIA Uruguay. pp 161-173.

MONTOSSI, F.; DE BARBIERI, I.; DIGHIRO, A. 2013. El uso de la altura del forraje: una herramienta disponible para el manejo eficiente de sistemas pastoriles orientados a la producción ovina. En: Tecnologías de engorde de corderos pasados sobre pasturas cultivadas en Uruguay. Ed.; Montossi, F.; De Barbieri, I. Serie Técnica N° 206. INIA Uruguay. pp 159-182

MONTOSSI, F.; CAZZULI, F.; SILVEIRA, C.; DE BARBIERI, I.; RISSO, D. F. 2015. Estrategias de alimentación y manejo de la recría y engorde estival de corderos en la región basáltica. Serie Técnica N° 223. INIA Uruguay 81 p.







# ACUERDOS PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS BÁSICAS DE CULTIVARES FORRAJEROS PÚBLICOS

Ing. Agr. (MSc) Carlos Rossi  
Unidad de Semillas

El INIA ha mantenido la producción de semilla Básica de todos los cultivares de uso público que el mercado nacional demande. Si bien el mantenimiento varietal es una tarea que implica un esfuerzo importante, se mantuvo esta política entendiendo que la misma permite defender los intereses de los productores, ya que a través de la activa participación de la industria semillerista nacional, se ofrece la posibilidad de producir y comercializar semilla de una calidad genética superior de los cultivares forrajeros públicos, los cuales representan una proporción muy importante del mercado.

Si hay algo que ha caracterizado el mercado de semilla Básica de los cultivares forrajeros públicos es lo errático de su demanda anual, tanto en volumen, número de empresas interesadas ó cultivares priorizados. Esto, que seguramente es consecuencia del resultado productivo del año precedente, del valor de la semilla y otros elementos de mercado, ha determinado una baja y desproporcionada eficiencia en el uso de la semilla

Básica que INIA proveía, quedando los resultados de manifiesto en las pruebas de post-control que INASE lleva adelante. En estos estudios, se demostró año a año, que varios lotes de semilla Comerciales de cultivares forrajeros públicos, no cumplían con la caracterización del cultivar que figuraba en su bolsa y etiqueta. Por el contrario, este problema no se manifestaba en los lotes Certificados.

INASE estableció la obligatoriedad de certificación para la comercialización de semillas de gramíneas forrajeras y esto sin duda tendrá un gran impacto en la demanda de semillas Básicas de estas especies. El principal cambio será la posibilidad de prever la demanda, que si bien seguirá siendo afectada por elementos climáticos y de mercado, se podrá conocer mejor, en base a la información de las empresas e INASE. El otro gran cambio, es el importante aumento en la demanda de semilla Básica de estas especies y la necesidad de asegurar su disponibilidad año a año como forma de poder cumplir con la normativa implementada.

Este escenario llevó a INIA a establecer acuerdos con la Mesa de Semilleristas del Este (MSE) y la Asociación Nacional de Productores de Semillas (ANAPROSE) para la producción y comercialización por parte de estas instituciones de la semilla Básica de los cultivares forrajeros públicos mantenidos por INIA.

INIA abastece con semilla Pre-Básica los planes de producción acordados anualmente de las empresas semilleristas de estas instituciones (MSE y ANAPROSE). INASE controla todo el proceso de certificación y la MSE y ANAPROSE comercializan la semilla Básica a todas las empresas habilitadas que manifiesten interés en producir semilla Certificada de estos cultivares.

Los cultivares que se incluyeron en estos convenios fueron: avena Estanzuela 1095 a y RLE 115, festuca

Estanzuela Tacuabé, raigrás Estanzuela 284, holcus La Magnolia y dactylis INIA LE Oberón. También se incluyeron especies no gramíneas, sobre las cuales aún no rige la certificación obligatoria, pero se entendió conveniente avanzar en la misma línea de trabajo.

## RESUMEN

INIA estableció acuerdos con ANAPROSE y MSE para asegurar el abastecimiento de semilla Básica de los cultivares forrajeros públicos.

Toda empresa semillerista habilitada puede contactarse con estas instituciones (MSE y ANAPROSE) para hacer la solicitud de semilla Básica. Se recomienda realizar la misma con un año de anticipación, de forma de poder prever la demanda y asegurarse su disponibilidad.

# CERTIFICACIÓN DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS: GENERANDO CONFIANZA Y TRAZABILIDAD EN SUS PASTURAS

Ing. Agr. Carlos da Rosa  
Gerente de Certificación de Semillas y Plantas  
Instituto Nacional de Semillas (INASE)

Las especies de gramíneas forrajeras juegan un rol muy importante en el sector agropecuario nacional, principalmente en la instalación de pasturas con destino a la producción ganadera así como en la siembra de puentes verdes entre cultivos agrícolas.

Hasta el momento, el mercado se abastecía principalmente de semilla de la categoría comercial B, relacionada directamente a la cosecha ocasional (cuando un productor decide cerrar un potrero en el que tiene sembrado un verdeo con el objetivo de cosechar semilla).

Esta manera de producir semilla no cuenta con suficiente planificación, trazabilidad, control generacional, ni es manejada siguiendo los parámetros de producción de semilla que ofrece como resultado un insumo de alta calidad.





El Instituto Nacional de Semillas realiza ensayos de verificación de identidad varietal (VIV) en los que se siembran lotes de semillas comerciales junto con el testigo de la variedad. Estos ensayos, realizados durante varios años, detectaron diferencias de hasta un 50% con el testigo. Esto significa que el productor ha comprado, la mitad de las veces, una semilla que no era la que buscaba.

En el año 2013 se modificaron los Estándares Específicos de producción y comercialización de cinco grupos de especies de gramíneas forrajeras: bromus, dactylis, raigrás, avena y festuca. El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca aprobó para estos grupos la eliminación paulatina de la clase comercial (Cuadro 1).

La producción de semillas Certificadas se realiza según un estándar de producción basado en parámetros de campo y laboratorio que aseguran lotes de semillas con requisitos de calidad genética, física y fisiológica. Existe control generacional, ya que se regula la cantidad de años que se puede multiplicar un mismo lote de semilla (cuatro como máximo), minimizando así el riesgo de que ocurra contaminación, evitando que la variedad pierda sus características.

La producción de semillas de forma profesional, siguiendo los estándares, brinda trazabilidad y garantías en cuanto a la identidad varietal.

No obstante, el productor puede reservar semilla de su establecimiento y volver a sembrarla en los campos que explota por un período de tiempo ilimitado (uso propio). La decisión de eliminar la clase de semilla comercial incluyó la consulta a todos los actores que participan

en el mercado de semillas forrajeras, que mostraron un gran compromiso con la nueva modalidad de producción para asegurar el abastecimiento del mercado con semilla Certificada de origen nacional. Un claro ejemplo es el raigrás: en la zafra 2014/2015 la semilla Certificada de esta especie representó entre el 8% y 9% del mercado, con un volumen cercano a las 900 toneladas. En la zafra 2015/2016 se prevé un crecimiento hasta las 10.000 toneladas, cubriendo sin inconvenientes la demanda estimada.

La cosecha ocasional de semilla como forma de abastecimiento genera incertidumbre en los precios y en la disponibilidad de semilla. En los años con condiciones climáticas favorables para las pasturas, muchos productores toman la decisión de cerrar potreros y cosechar semillas, generando un sobreabastecimiento del mercado llevando los precios a la baja. En los años con condiciones adversas, en cambio, la semilla forrajera se transforma en un insumo caro y escaso.

Al no actuar la cosecha ocasional como regulador del volumen y precio, se genera la profesionalización del sistema de producción de semillas forrajeras y existe una planificación de la producción en función de la demanda, por lo que no necesariamente va a ocurrir aumento en el precio de la semilla.

Para poder comprender las ventajas del uso de semilla Certificada es fundamental asumir que la producción de semillas de especies forrajeras no es un subproducto de la ganadería en función de las condiciones climáticas de cada año. La producción de semillas es una actividad muy importante, tecnificada, indispensable en todos los rubros agropecuarios y de gran impacto para el sector.

**Cuadro 1** - Fechas de eliminación de la clase Comercial para cinco grupos de especies de gramíneas forrajeras







# HERRAMIENTAS DE MANEJO PARA EL CULTIVO DE SOJA

Ing. Agr. Deborah Gaso  
Ing. Agr. (Mag) Agustín Nuñez  
Programa Nacional de Cultivos de Secano

## INTRODUCCIÓN

Con un área de siembra superior al millón de hectáreas, la soja es el cultivo dominante en los sistemas agrícolas del país. Por este motivo, incrementar la productividad y estabilidad de sus rendimientos es fundamental para asegurar la rentabilidad y contribuir al logro de sistemas sustentables. No obstante, la productividad del cultivo se ha visto estancada en la última década y con una alta variabilidad interanual. Por otra parte, la generación de conocimiento científico sobre el cultivo a nivel nacional no ha podido acompañar el crecimiento exponencial del mismo. Debido a esto, la falta de información local generalmente es cubierta por información generada en la región, pero que no necesariamente se ajusta de manera correcta a nuestras condiciones.

Por esta razón, en las últimas zafras se llevaron adelante una serie de trabajos con el objetivo de generar conocimiento local sobre el manejo agronómico del cultivo en aquellas áreas donde se identificó faltante de información. El objetivo de este artículo es resumir las herramientas de manejo disponibles para el cultivo y algunos resultados de los experimentos realizados por INIA en los últimos años.

## COMBINACIÓN DE GRUPOS DE MADUREZ Y FECHAS DE SIEMBRA

Tradicionalmente en el sistema sojero del país la siembra se concentra durante el mes de noviembre, utilizando grupos de madurez (GM) de V al VII. El objetivo de dicha estrategia es localizar el período crítico del cultivo

(R3 a R6) entre los meses de febrero y marzo, donde en promedio la probabilidad de deficiencias hídricas es menor. Esto se asocia a la menor demanda atmosférica debido al descenso en la curva de radiación que ocurre después del mes de enero. Sin embargo, la estrategia de manejo que localiza el período de formación y llenado de granos en febrero – marzo no permite explorar rendimientos potenciales en aquellos años donde la disponibilidad hídrica no es una limitante en los meses de diciembre y enero.

Los máximos potenciales de rendimiento son explorados con aquellas combinaciones de ciclo del cultivo y fecha de siembra que permite localizar el período de formación y llenado de vainas en los momentos de mayor radiación disponible (fin de diciembre - enero). Para el ambiente que explora el cultivo en Uruguay la combinación de GM precoces (de III largo a IV) y fechas de siembra de mitad de octubre logran acoplar el período R3-R6 con los momentos donde la curva de radiación se maximiza (Figura 1).

En una zafra como la de 2014/2015 sin deficiencias hídricas hasta el mes de febrero, los máximos rendimientos se alcanzaron con la estrategia que utilizó ciclos precoces en siembras de mitad de octubre. No obstante, la implantación del cultivo en siembras tan tempranas como mitad de octubre, con el suelo con bajas temperaturas y eventos de precipitaciones abundantes e intensas, presenta grandes dificultades para establecer un cultivo con una cantidad de plantas aceptables. Sumado a estas dificultades para implantar el cultivo, el crecimiento vegetativo es lento durante el mes de noviembre. Si bien en estas siembras tempranas las condiciones de implantación y crecimiento vegetativo inicial no son favorables, fue posible alcanzar rendimientos que superaron los 5.000 kg/ha (Figura 2).

Para alcanzar estos rendimientos se debe realizar un manejo que permita minimizar el riesgo de iniciar la etapa de llenado de granos con un crecimiento vegetativo (cobertura del suelo) muy pobre (Figura 3).

LOS MÁXIMOS RENDIMIENTOS EN SOJA SE LOGRAN CON LAS COMBINACIONES DE CICLO DEL CULTIVO Y FECHA DE SIEMBRA QUE PERMITEN LOCALIZAR EL PERÍODO DE FORMACIÓN Y LLENADO DE VAINAS EN LOS MOMENTOS DE MAYOR RADIACIÓN DISPONIBLE

Para lograr cobertura del suelo temprano se redujo la distancia entre hileras a 0,19 m y se sembró el cultivo tomando en consideración que el coeficiente de logro de plantas es muy bajo en estas condiciones de siembra. La implantación lograda en esta situación no superó el 70%.

Con manejos tradicionales, donde se siembran poblaciones intermedias (250.000 plantas/hectárea) y distanciamiento entre hileras de 0,38 m, los ciclos precoces (GM menores a 4.9) alcanzan los primeros estadios reproductivos con reducida cantidad de materia seca acumulada, baja altura y no alcanzan cobertura total. Con poblaciones logradas de al menos 300.000 plantas/ha y distanciamiento entre hileras a 0,19 m se logró contrarrestar las malas condiciones de implantación del cultivo en octubre y el lento crecimiento inicial, alcanzando cobertura total del suelo previo al estado de R5 (Figura 3).

**RESPUESTA DEL CULTIVO AL ARREGLO ESPACIAL**

La capacidad de ramificación del cultivo y de formar estructuras reproductivas en las ramas secundarias le

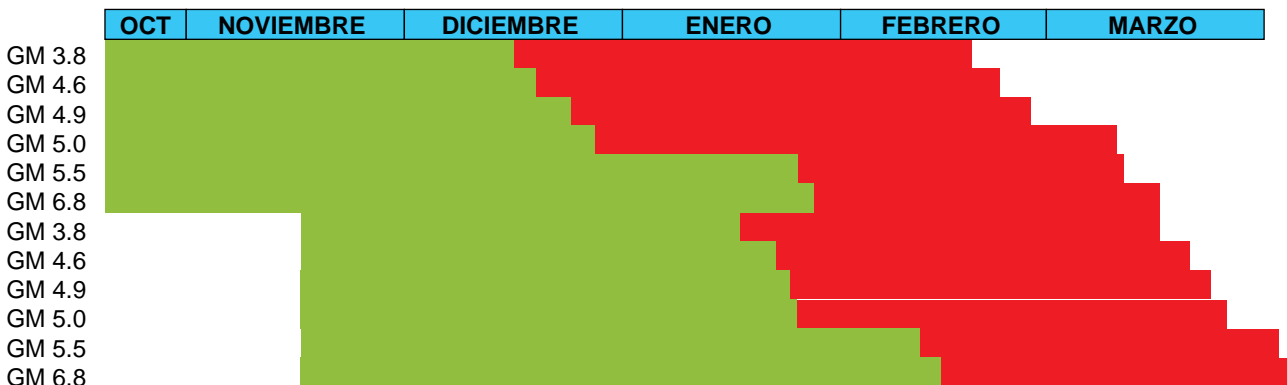
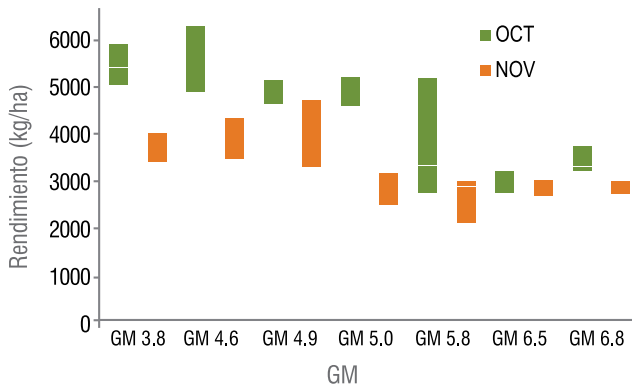
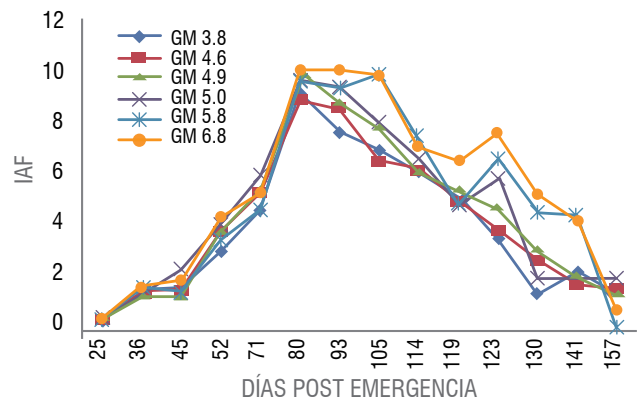


Figura 1 - Ubicación de los períodos emergencia – R3 (verde) y R3 – R6 (rojo) en diferentes GM para siembras de mitad de octubre y mitad de noviembre.



**Figura 2** - Rendimiento alcanzado en diferentes GM en siembras de mitad de octubre (verde) y mitad de noviembre (naranja).



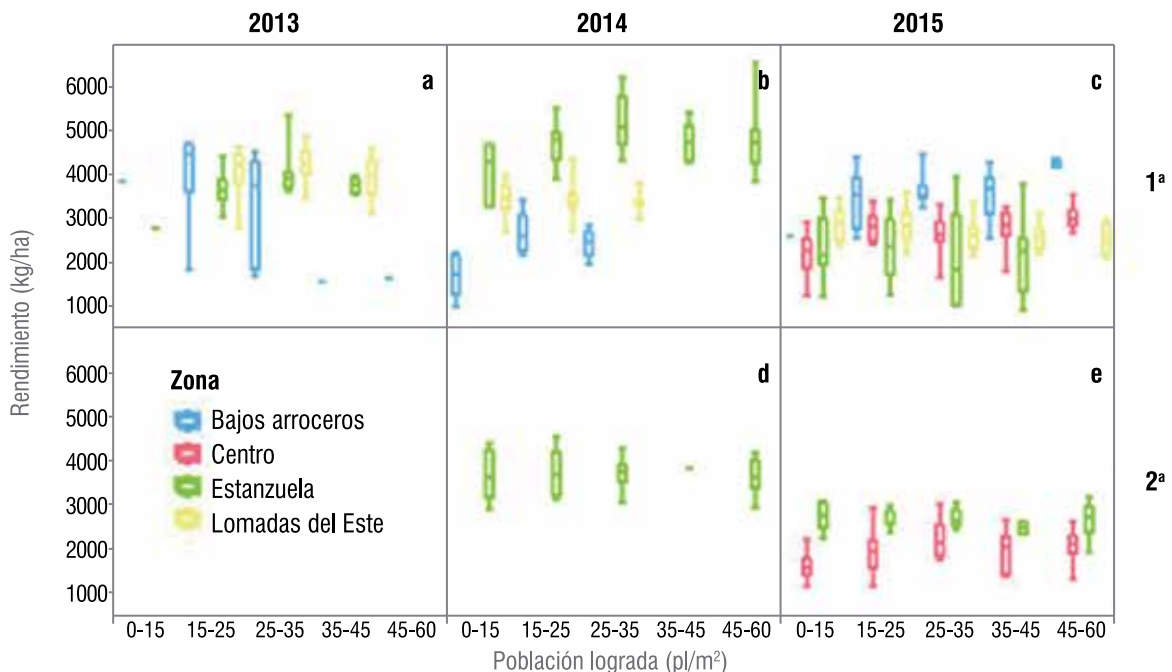
**Figura 3** - Evolución de la cobertura del suelo (IAF) de diferentes GM que fueron sembrados a mitad de octubre.

confiere gran plasticidad y escasa respuesta a la densidad de plantas utilizadas. Los rangos de poblaciones de plantas óptimas determinados en las curvas de respuesta conocidas para ambientes diferentes a los de Uruguay son extremadamente amplios.

El incremento en rendimiento ocurre en un rango de poblaciones de hasta 180.000 plantas/ha para diferentes ambientes de producción. Por encima de este nivel el rendimiento se estabiliza, con la excepción de lo que ocurre en

la condición de sequía terminal donde la curva de respuesta muestra que el rendimiento decrece con el incremento de plantas (Lee *et al.*, 2008; Edwards *et al.*, 2005).

La información generada en cuanto a la respuesta a la población de plantas en diferentes ambientes del sistema agrícola uruguayo, muestra que únicamente en algunos casos particulares se constató incremento en el rendimiento por un incremento en la densidad de plantas utilizadas (Figura 4).



**Figura 4** - Rendimientos según población de plantas lograda en diferentes zonas del país, años y fechas de siembras. (a, b y c) son siembras de 1ª entorno al 15 de noviembre; (d y e) son siembras de 2ª entorno al 10 de diciembre.



Si bien los rangos de poblaciones de plantas que fueron experimentados son más amplios que los se utilizarían razonablemente en una situación comercial (entre 100.000 a 600.000 plantas/ha) la respuesta en rendimiento se observó solamente en poblaciones de plantas muy bajas y en aquellas situaciones donde el ambiente determina una situación de crecimiento restringido para el cultivo, como fue el caso de cultivos en la región centro o sobre suelo de bajos en sistemas arroceros. En los ambientes representados por suelos de alto potencial, como el sitio en Estanzuela, aún con poblaciones tan bajas como 150.000 plantas/ha el cultivo logró compensación a través de la ramificación, para conformar un rendimiento similar al cultivo que tuvo más de 450.000 plantas/ha.

El acercamiento entre hileras hasta 0,19 m es una medida de manejo que, en principio, podría mostrar respuesta favorable en el rendimiento en aquellas situaciones donde el crecimiento vegetativo del cultivo presenta restricciones, como es el caso de las siembras muy tempranas (con problemas de implantación y emergencias lentas) o los cultivos de segunda donde el período de crecimiento vegetativo es más estrecho. En ambientes de segunda se observó respuesta positiva al acercamiento entre hileras aún en una situación de alto potencial de rendimiento.

## REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Conocer los requerimientos internos de nutrientes permite conocer la cantidad de cada nutriente que debe absorber el cultivo de soja para alcanzar un rendimiento determinado y la eficiencia de uso de esos nutrientes, siendo una información importante a considerar para la definición de la dosis de fertilización. En la Figura 5 se presentan resultados preliminares de los requerimientos nutricionales estimados durante la zafra 2013-2014 (132 observaciones) donde en promedio la soja debió absorber 92 kg de nitrógeno (N), 8 kg de fósforo (P), 42 kg de potasio (K) y 5,8 kg de azufre (S) para producir una tonelada de grano.

## IDENTIFICACIÓN DE NUTRIENTES LIMITANTES

A nivel nacional se cuenta con información y herramientas de diagnóstico que permiten identificar y decidir la fertilización en aquellas situaciones donde es más probable que existan deficiencias nutricionales. A continuación se presenta un resumen de los principales factores a considerar para decidir la fertilización del cultivo de soja así como la extracción de nutrientes estimada a partir de experimentos de campo.

### Fósforo

Morón (2005) estimó que el nivel crítico de P Bray I en el suelo era de 10-12 ppm, con una eficiencia esperada de la fertilización de 6 kg de grano por kg de  $P_2O_5$  cuando los suelos presentaban contenidos de P por debajo

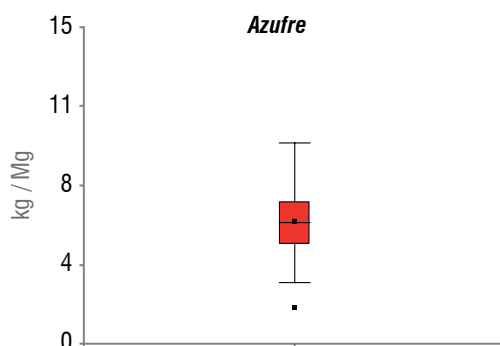
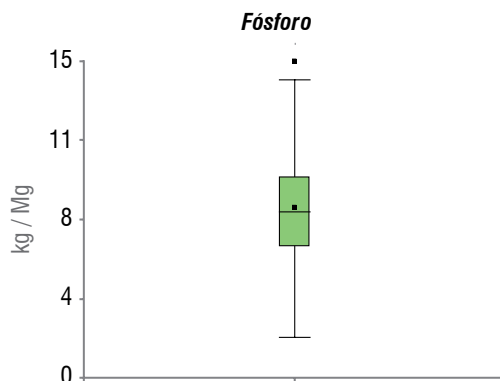
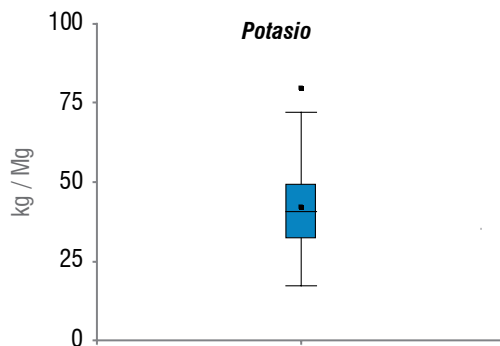
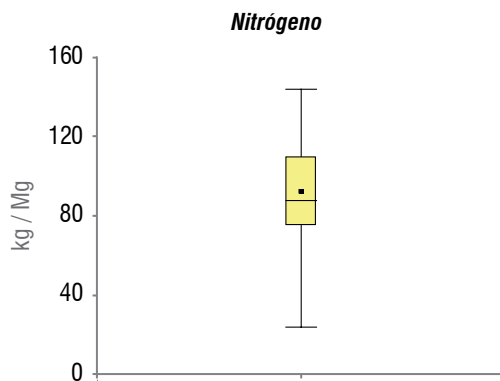


Figura 5 - Requerimientos nutricionales de macronutrientes para el cultivo de soja (132 observaciones, año 2013).

de ese nivel. Condiciones de siembra con suelos fríos o secos, o suelos con problemas de compactación, son predisponentes para que ocurran deficiencias de P por lo que en esas situaciones podría existir respuesta a la fertilización aún con contenidos mayores de P en el suelo. Hoffman (2013) para cultivos de soja de segunda estimó que el nivel crítico era de 16 ppm de P Bray I.

Entre las zafas 2012-2013 y 2014-2015 se realizaron 26 experimentos exploratorios de respuesta a la fertilización en chacras comerciales, encontrando respuesta positiva a la fertilización con P en tres sitios (Cuadro 1). En esos sitios la fertilización con P logró un aumento de rendimiento de entre 6 y 10% en comparación con el tratamiento que no llevó P. La respuesta promedio a la fertilización fue de 5 kg de grano por kg de  $P_2O_5$  coincidiendo con lo reportado por Morón (2005), aunque debe considerarse que se utilizó una dosis única de 50 kg  $P_2O_5$ /ha, lo que podría estar perjudicando la eficiencia estimada del fertilizante.

**Cuadro 1** - Sitios con respuesta positiva a la fertilización con fósforo ( $p < 0,05$ ).

Sitio	P Bray I	Respuesta en rendimiento	
	ppm	kg/ha	%
1	5,2	352	10
2	6,1	154	6
3	10,0	212	6

En los experimentos realizados desde el 2012 se estimó también la extracción de P en el grano de soja, con resultados preliminares que indican una extracción promedio de 4 kg de P por tonelada de grano (13% de humedad) y un rango de extracción de entre 1 y 6 kg P por tonelada. Parte de esta variación se debió a la fertilización con P, la cual tuvo un efecto significativo sobre la concentración del nutriente en el grano (Núñez *et al.*, 2014).

### Potasio

Para cultivos de secano Barbazán *et al.* (2011) estimaron un nivel crítico de K intercambiable en suelo de 0,34 meq/100g. Los suelos de Uruguay presentan diferencias importantes en la capacidad de aporte de K, siendo más frecuentes las deficiencias en suelos de textura liviana, sin presencia de illita en la fracción arcilla y con poca disponibilidad de reservas (Bordoli *et al.*, 2012; Núñez y Morón, 2013).

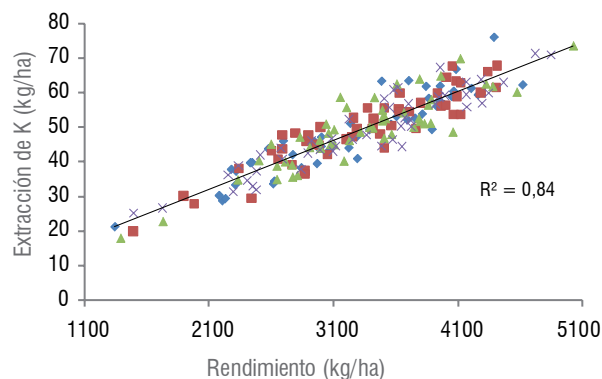
En los experimentos más recientes de respuesta a la fertilización realizados por INIA, no se encontró un efecto de la fertilización con K en los rendimientos, lo que se explica principalmente porque la mayoría de los sitios presentaban valores de K intercambiable mayores al nivel crítico recomendado.



En la Figura 6 se presenta la extracción de K en grano de soja estimada para los años 2012 y 2013, con un promedio de 15 kg de K por tonelada de grano y un rango de 12 a 19 kg de K por tonelada. La fertilización con K no tuvo un efecto significativo sobre la concentración del nutriente en el grano lo que coincide con lo reportado por la bibliografía.

### Azufre

En el país, la presencia de cultivos con valores de S en planta por debajo de los niveles recomendados o la respuesta a la fertilización es poco frecuente (Bordoli *et al.*, 2012; García-Lamothe y Sawchik s/p). Esto coincide con los resultados de los experimentos más recientes, donde no encontramos respuesta a la fertilización con este nutriente.



**Figura 6** - Extracción de K en el grano de soja (kg/ha) en función del rendimiento (kg/ha con 13% de humedad).

El análisis de suelo disponible para estimar la disponibilidad de S (azufre como sulfatos:  $S-SO_4^-$ ) tiene generalmente baja capacidad predictiva lo que hace difícil estimar un nivel crítico confiable. Sin embargo, las situaciones con mayor probabilidad de respuesta a la fertilización azufrada corresponden a suelos con menos de 10 ppm de  $S-SO_4^-$ , donde se esperan altos rendimientos con buena disponibilidad hídrica o condiciones de suelos con baja capacidad de aporte de S (arenosos, de pobre fertilidad natural). También existe mayor probabilidad de respuesta en situaciones con prolongada historia agrícola, suelos que han perdido materia orgánica, luego de barbechos prolongados o en chacras compactadas.

La dosis recomendada es de 10-15 kg S/ha con una eficiencia esperada de 11 a 23,5 kg de grano por kg de azufre (Morón, 2005; García-Lamothe y Sawchik, s/p). La extracción estimada en grano es de 3 (2 a 4) kg de S por tonelada de grano de soja (13% de humedad).

## CONCLUSIONES

- En ambientes de producción como fue la situación de la zafra 2014/2015 las siembras tempranas de ciclos precoces permitieron alcanzar rendimientos cercanos al potencial del cultivo en el país (superiores a 5.000 kg/ha).
- Si bien las variables de manejo asociadas al arreglo espacial no evidenciaron una incidencia importante en el rendimiento debido a la capacidad de compensación del cultivo, en algunas situaciones de menor potencial (suelos de la región centro o bajos de sistemas arroceros) donde el crecimiento del cultivo está restringido, el rendimiento fue penalizado en las densidades de plantas más bajas.
- Para el manejo de la fertilización se cuenta con información nacional (niveles críticos, condiciones pre-disponibles) que permiten estimar cuáles serán las situaciones de mayor probabilidad de respuesta a la fertilización.

- La baja frecuencia de respuesta a la fertilización encontrada en los experimentos más recientes evidencian la validez de la información generada previamente en el país.

- Es importante considerar la extracción de nutrientes en el grano y su reposición para evitar una pérdida en la disponibilidad de nutrientes del suelo en el mediano-largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

Barbazán MM, Bautes C, Beux L, Bordoli JM, Cano JD, Ernst O, García Lamothe A, García FO, Quincke A. 2011. Fertilización potásica en cultivos de secano sin laboreo en Uruguay: rendimiento según análisis de suelos. *Agrociencia*, 15(2): 93-99.

Bordoli JM, Barbazán MM, Rocha L. 2012. Soil nutritional survey for soybean production in Uruguay. *Agrociencia*, 16(3):76-83.

Edwards JT, Purcell LC, Karcher DE. 2005. Soybean yield and biomass responses to increasing plant population among diverse maturity groups. *Crop Science*, 45(5):1778-1885.

García-Lamothe A, Sawchik J. Respuesta del cultivo de soja al azufre en argiudoles típicos de Uruguay. En revisión.

Hoffman E. 2013. Criterios y estrategias de fertilización que apunten a asegurar el suministro de fósforo en cultivos de soja de segunda. *Informaciones Agronómica de Hispanoamérica*, 11: 2-7.

Lee CD, Egli DB, TeKrony DM. 2008. Soybean response to plant population at early and late planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal*, 100(4):971-976.

Morón A. 2005. Informe de resultados de la red de ensayos de fertilización de soja. En: *Jornada Técnica de Cultivos de Verano. Serie Actividades de Difusión N° 417*. INIA Uruguay.

Núñez A, García-Lamothe A, Sawchik J. 2014. Respuesta de soja a la fertilización con macro y micronutrientes. En: *Congreso Uruguayo de Suelos (1°), Encuentro de la SUCS (4°, 2014, Colonia del Sacramento, Uruguay)*. Intensificando el conocimiento del suelo y medio ambiente para producir más y mejor: presentaciones orales. [En línea] 10 febrero 2015 <http://www.suelos.com.uy/pdf/28.pdf>

Núñez A, Morón A. 2013. El rol de las reservas de potasio en los suelos agrícolas del Uruguay. En: *Simposio Potasio en sistemas agrícolas de Uruguay*. Facultad de Agronomía, Canpotex, IPNI. Mercedes. p 11-15.







# FERTILIZ-ARR: hacia una herramienta para la fertilización del cultivo de arroz

Jesús Castillo<sup>1</sup>; Pablo Vaz<sup>2</sup>; José Terra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa Nacional de Arroz

<sup>2</sup> Unidad de Informática

<sup>3</sup> Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

## INTRODUCCIÓN

La producción de arroz en Uruguay es realizada en una gran diversidad de ambientes, los que varían en términos edafológicos, de antecesor (pasturas o cultivo), de intensidad e historia de uso y climáticos. Dentro de estos ambientes, el suelo es identificado como un factor clave a la hora de concretar altos rendimientos ya que es la principal fuente de nutrientes para el cultivo. Este aspecto cobra importancia debido a que existe una gran variación de este recurso entre las diferentes regiones productoras (Figura 1).

En el pasado reciente, la estrategia de fertilización estuvo asociada al uso de fósforo (P) y nitrógeno (N) con

dosis calculadas en base a ensayos de respuesta, las que se ajustaban a las condiciones de producción de ese momento. No obstante, en la actualidad el sistema productivo ha tenido cambios importantes dentro de los que se destaca un aumento significativo en los niveles productivos, una mayor intensidad de uso del suelo y la aparición de nuevos integrantes en la rotación típica de arroz-pasturas (sorgo y soja). Por otro lado, al igual que en otras producciones agrícolas, se comienzan a observar situaciones de respuesta al agregado de potasio (K) producto de una extracción sostenida por parte de los cultivos y a la poca cultura de agregado de este nutriente.

En este escenario, el análisis de suelo es una herramienta que permite conocer la disponibilidad de nutrien-



Figura 1 - Distintos tipos de suelo

tes presente, y a partir de esto realizar una corrección nutricional del cultivo. A nivel nacional, desde hace un tiempo existe información que permite un manejo objetivo de la fertilización con P del cultivo de arroz (Hernández *et al.* 2013) y recientemente se cuenta con información similar para la recomendación de la fertilización con K (Deambrosi *et. al.* 2014) y N (Castillo *et al.* 2014).

Desde el Programa Nacional de Arroz de INIA, en conjunto con la Unidad de Informática de INIA, se trabajó en la confección de un software, que a partir de resultados de análisis de suelos permita realizar una recomendación de fertilización del cultivo de arroz tomando como base la información mencionada anteriormente, junto con otros aspectos agronómicos. (Figura 2)

### INIA- FERTILIZ-ARR

Este software tiene como objetivo realizar una recomendación de la fertilización de arroz en forma objetiva, haciendo foco en términos productivos, económicos y ambientales. Esto es, generar la máxima cantidad de producto por unidad de nutriente agregado, considerando el costo de la fertilización y la eficiencia de uso de esos nutrientes.

A modo de ejemplo, existen en la actualidad situaciones productivas donde no es necesario el agregado de alguno de estos nutrientes, pudiéndose generar un ahorro en costos de fertilización manteniendo altos rendimientos.



Figura 2 - Carátula del programa Fertiliz-Arr

Sumado a esto, no se agregan en exceso nutrientes al sistema los que potencialmente puedan generar problemas ambientales. Por el contrario, existen otras situaciones donde sería necesario un mayor agregado de nutrientes, los que se traducirían en rendimientos superiores, manteniendo la eficiencia de uso de los nutrientes, y generando un mayor ingreso económico.

Los parámetros a ingresar y definir en el software son mencionados a continuación.

## RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO

Deberán ingresarse los resultados del análisis de suelo de los nutrientes: P (según la metodología de ácido cítrico), K intercambiable, Potencial de mineralización de N (P.M.N), Magnesio (Mg), Calcio (Ca) y/o capacidad de intercambio catiónico (C.I.C).

## FERTILIZACIÓN

Este ítem refiere al enfoque que se le dará a la fertilización. Se podrá optar entre fertilizar haciendo una mirada solo al cultivo de arroz actual o hacerlo considerando un enfoque de sistema (arroz inserto en una rotación con otros cultivos). En términos generales, y pensando solo en el cultivo de arroz, la primera alternativa realiza un agregado menor de nutrientes al sistema, en comparación a la segunda.

Como es lógico, los costos de fertilización de la primera opción son menores que los de la segunda, lográndose el mismo potencial de rendimiento en ambos casos. Las diferencias están dadas a partir del segundo cultivo de la rotación (en caso que exista una rotación de cultivos), donde optar por una u otra alternativa hará agregar más o menos fertilizante en el futuro según el enfoque elegido el primer año.

## ANTECESOR

El cultivo antecesor inmediato tendrá efecto sobre la dinámica de los nutrientes, los que deberán ser considerados para la realización de la propuesta de fertilización. En el caso de antecesores cultivo o pasturas fertilizadas se considera el efecto residual de nutrientes como el P, mientras que en antecesores de cultivos de gramíneas voluminosas o campos engramillados será necesario el agregado de N basal. En la misma línea, antecesores de pasturas leguminosas harán una corrección a la baja de la dosis de fertilizante nitrogenado a agregar en la primera cobertura de urea al cultivo.

## VARIEDAD

El factor variedad está afectando la cantidad de la segunda cobertura de urea. Trabajos previos han mostrado diferentes tipos de respuesta según la variedad utilizada. En este caso, al menos las variedades modernas manejadas en el Programa de Arroz, presentan mayor respuesta a la fertilización con N que las antiguas.

## RENDIMIENTO ANTERIOR

Este punto separa entre situaciones de rendimiento, lo que en forma indirecta nos puede indicar las bondades del sistema para la producción arrocerá. En ese sentido, sistemas de buenas aptitudes presentarán una mayor probabilidad de lograr altos rendimientos, y por lo tanto mayor extracción de nutrientes, lo que significa mayores cantidades de reposición. Al igual que para otros parámetros, el rendimiento anterior operará siempre que se seleccione la alternativa de fertilizar el sistema.

## TIPO DE SUELO

El tipo de suelo tiene influencia sobre las cantidades de fertilizante a agregar para incrementar en una unidad el nivel de análisis de suelo. En el caso de P y K existen diferencias entre los suelos arroceros típicos de las planicies del este (generalmente livianos y medios) con los del centro (generalmente medios) y norte del país (generalmente pesados).

## CONSIDERACIONES GENERALES

El programa FERTILIZ-ARR pretende ser una herramienta de ayuda a la toma de decisiones de fertilización con N, P y K en el cultivo de arroz de forma sencilla. Este será de libre acceso y permitirá al usuario generar un archivo virtual con sus monitoreos nutricionales del suelo, así como de información complementaria.

La información manejada en este programa está generada con varios años de investigación para cada nutriente en particular; hasta el momento 3 años de validación a escala experimental y un año de validación a escala comercial.

Se espera que esta herramienta esté disponible en el corto plazo, comenzando a generar una base de datos potente, que permita retroalimentar el software para seguir ganando precisión y acompañar el agregado de nuevas variables, como pueden ser nuevas variedades.

## BIBLIOGRAFIA

CASTILLO, J.; TERRA, J.A.; FERREIRA, A.; MÉNDEZ R. 2014. Fertilización N en base a indicadores objetivos. Que sabemos luego de 3 años de experimentación? Treinta y Tres, INIA, Cap.3, p. 4-6 (Serie Actividades de Difusión 735).

DEAMBROSI, E.; MÉNDEZ R.; CASTILLO J. 2014. El análisis de suelos, una herramienta útil para el ajuste de la fertilización con fósforo y potasio. En: Jornada arroz- soja Agosto 2014. [www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/jornada-tecnica-arroz-soja](http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-treinta-y-tres/jornada-tecnica-arroz-soja)

HERNÁNDEZ, J. BERGER, A., DEAMBROSI, E., LAVECCHIA, A. 2013. Soil Phosphorus test for flooded rice grown in contrasting soils and cropping history. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 44: 1193-1210.





# CARACTERIZACIÓN DE LA POLINIZACIÓN ENTOMÓFILA DEL CULTIVO DE MANZANA EN URUGUAY

## Importancia de la abeja melífera en el cuajado de los frutos

Lic. (Mag) Estela Santos<sup>1</sup>; Ing. Agr. (Mag) Yamandú Mendoza<sup>2</sup>; Dr. Ciro Invernizzi<sup>1</sup>; Ing. Agr. (MSc) Danilo Cabrera<sup>2</sup>; Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo<sup>2</sup>

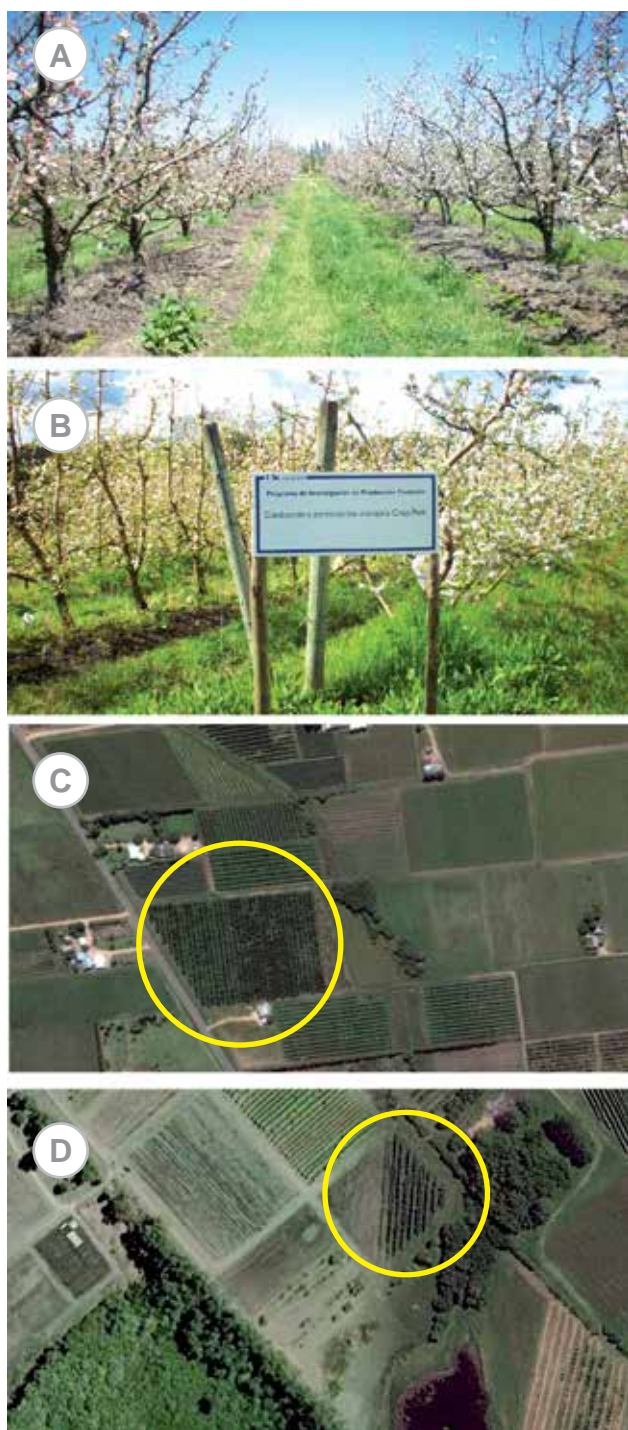
<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, UdeLaR  
<sup>2</sup>INIA

### INTRODUCCIÓN

El manzano *Malus x domestica* Borkh (Rosaceae: Maloideae) es un árbol de hoja caduca que crece naturalmente en montes de Europa y Asia Central, cuyas frutas han sido parte de la dieta del ser humano desde la antigüedad. Se adapta muy bien a diferentes condiciones climáticas, suelos y sistemas de cultivo lo que ha permitido cultivarlo en todos los continentes, presentando diferentes variedades. Según las estadísticas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP, 2012) en Uruguay hay en producción un total de 3.452.000 plantas cultivadas, pertenecientes a diferentes variedades ubicadas fundamentalmente en el sur del país. Las variedades más representadas son Red Delicious,

Granny Smith, Red Chief, Top Red, Early Red One y Royal Gala, constituyendo cerca del 69% del total. La producción anual de manzanas es de aproximadamente 73368 toneladas (MGAP, 2012).

Dentro de las características agronómicas del cultivo de manzana, se destaca la autoincompatibilidad genética, por lo que es necesario la fecundación cruzada para que exista producción de frutos; este es el motivo por el que suelen plantarse dos variedades compatibles en un mismo cultivo. En la flor del manzano existen 10 óvulos, 2 por cada uno de los 5 carpelos presentes, y es necesario que se fecunden todos ellos para que el fruto tenga un aspecto redondeado. Con una mala polinización no se fecundarán todos los óvulos y no se formará pulpa alrededor de ellos, produciéndose un fruto deforme y poco atractivo comercialmente. Si la variedad de manzano es autoincompatible o autocompatible, es necesaria la presencia de un agente polinizador que transporte los granos de polen de una variedad a otra ó dentro de la misma variedad. En este sentido, la flor del manzano posee néctar y polen como recompensa para los polinizadores que la visitan, como la mayoría de las especies con flor.



**Figura 1** - Ubicación de los cultivos de manzano Red Chief en Estación 2 (A y C) y Cripps Pink en Estación 1 (B y D).

Aunque las abejas melíferas son consideradas muy buenas polinizadoras de los manzanos, Mayer & Lunden (1980), Gil (2000), Vicens & Bosh (2000) y Thomson & Goodell (2001) detectaron que no todas las abejas que visitan las flores son igualmente eficaces en la polinización. Estos investigadores encuentran que las abejas que colectan néctar suelen extraerlo por arriba o por el costado de la flor dependiendo de qué tan cerrada sea la estructura de ésta. Cuando las abejas abor-

dan la flor desde arriba entran en contacto con las anteras y el polen que transportan puede alcanzar el pistilo, actuando así como buenos polinizadores. En cambio, cuando las abejas aprenden a extraer el néctar por el costado de la flor no polinizan el cultivo. Debido a este problema, las abejas melíferas serían menos eficientes que otros insectos para polinizar el manzano.

Siguiendo las hipótesis planteadas, en este estudio se determinó la dependencia de los manzanos a la polinización entomófila, se realizó un relevamiento de insectos hallados sobre las flores y se analizó el comportamiento de pecoreo de las abejas melíferas.

### Descripción de la metodología de evaluación

El estudio se realizó en dos plantaciones de manzanos en el departamento de Canelones: uno de variedad Cripps Pink ubicado en la estación experimental de INIA Las Brujas (Estación 1) y otro de 1 hectárea de la variedad Red Chief ubicado en la localidad de Canelón Chico (Estación 2) (Figura 1).

Para el registro de los insectos polinizadores se visitaron los cultivos una vez por semana. Antes de la antesis se cubrieron ramas florales con una malla de tul sintético blanco de 1,5 mm de perforación, para evitar la polinización entomófila, en árboles elegidos al azar. La cantidad de flores cubiertas y con libre polinización se muestra en el Cuadro 1.

### Estimación del porcentaje de cuajado de los frutos

$$\text{Cuajado (\%)} = \left( \frac{N^\circ \text{ de frutos}}{N^\circ \text{ inicial de flores}} \right) \times 100$$

### Comportamiento de pecoreo de *A. mellifera* en el manzano

Se observó el comportamiento de las abejas melíferas mientras visitaban las flores. Las observaciones se realizaron durante dos horas en la mañana (de 8:00 a 10:00 hs) y dos horas en la tarde (de 15:00 a 17:00 hs). Se registró si las abejas abordaban la flor desde arriba, tomando contacto con las anteras, o si obtenían el néctar por el costado de la flor posándose en los pétalos y sin tocar las anteras. Se tuvo en cuenta si las abejas se encontraban colectando néctar, polen o ambos recursos. Finalmente, se estudió si las abejas durante un vuelo de pecoreo mantenían constante la forma de abordar la flor (por arriba o por el costado) o si cambiaban de una a otra forma. En el primer caso se denominaron “vuelos constantes” y en el segundo “vuelos no constantes”.

## RESULTADOS

La evolución de la floración mostró que el período de floración de ambas variedades es de aproximadamente 20 días con una semana de desfase entre ambas variedades (Figura 2).



**Cuadro 1** - Porcentaje de cuajado de los frutos con y sin exclusión de insectos en los cultivos de manzanos Estaciones 1 y 2.

Variedad de manzano	Tratamiento	N° inicial de flores	N° de frutos	% de cuajado
Estación1 Cripps Pink	Flores privadas de polinizadores	978	0	0
	Flores con libre polinización	936	936	100
Estación 2 Red Chief	Flores privadas de polinizadores	1290	0	0
	Flores con libre polinización	1302	1302	100

**Dependencia del manzano a la polinización entomófila y relevamiento de insectos**

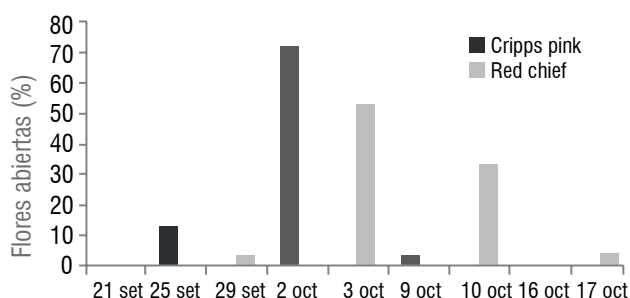
Durante todo el período de observaciones solo se encontraron abejas *A. mellifera* sobre las flores en las dos variedades de manzano, realizándose un total de 1629 registros para la Estación 1 y de 1634 para la Estación 2. En ambas estaciones las abejas se concentraron en actividad en el pico de floración.

**Comportamiento de pecoreo de *A. mellifera* en el manzano**

Durante el seguimiento del vuelo de pecoreo de las abejas se constató que éstas eran capaces de abordar la flor desde arriba, tomando contacto con las anteras, o desde el costado apoyándose en los pétalos, y que una abeja durante un vuelo de pecoreo podía pasar de una forma a otra de acceder a la flor. La proporción de abejas que abordaban la flor desde arriba o desde el costado varió significativamente según estuviesen colectando polen, néctar o néctar + polen (Figuras 5 y 6).

En las dos plantaciones de manzanos se verificó que mientras las abejas que colectaban néctar y néctar + polen abordaban las flores por arriba y por el costado en proporciones no muy diferentes, las abejas que colectaban polen accedían a la flor casi siempre desde arriba.

Se verificó que algunas abejas, durante el vuelo de pecoreo, abordaban las flores solamente por arriba o solamente



**Figura 2** - Evolución de la floración en la Estación 1 (Cripps Pink) y Estación 2 (Red Chief).



**Figura 3** - Evolución de las flores de manzano en las ramas con exclusión de insectos. 1) flores cubiertas antes de la antesis. 2) antesis. 3) flores apétalas después de la antesis. 4) desprendimiento de flores.



por el costado (vuelos constantes), mientras que otras podían cambiar entre ambas formas (vuelos no constantes).

Las abejas que colectaban polen fueron las que presentaron más vuelos constantes en ambas Estaciones.

### DISCUSIÓN

Los resultados muestran la dependencia total del manzano a la polinización entomófila. Pese a que la malla no impedía el transporte de polen por acción del viento,

la gravedad o la lluvia, estos mecanismos de transferencia fueron completamente ineficaces en la fertilización de los óvulos.

Observaciones anteriores registran que las abejas nativas en Uruguay recién salen de la hibernación a partir de octubre, aunque este hecho varía mucho con la temperatura, que es muy cambiante en primavera.

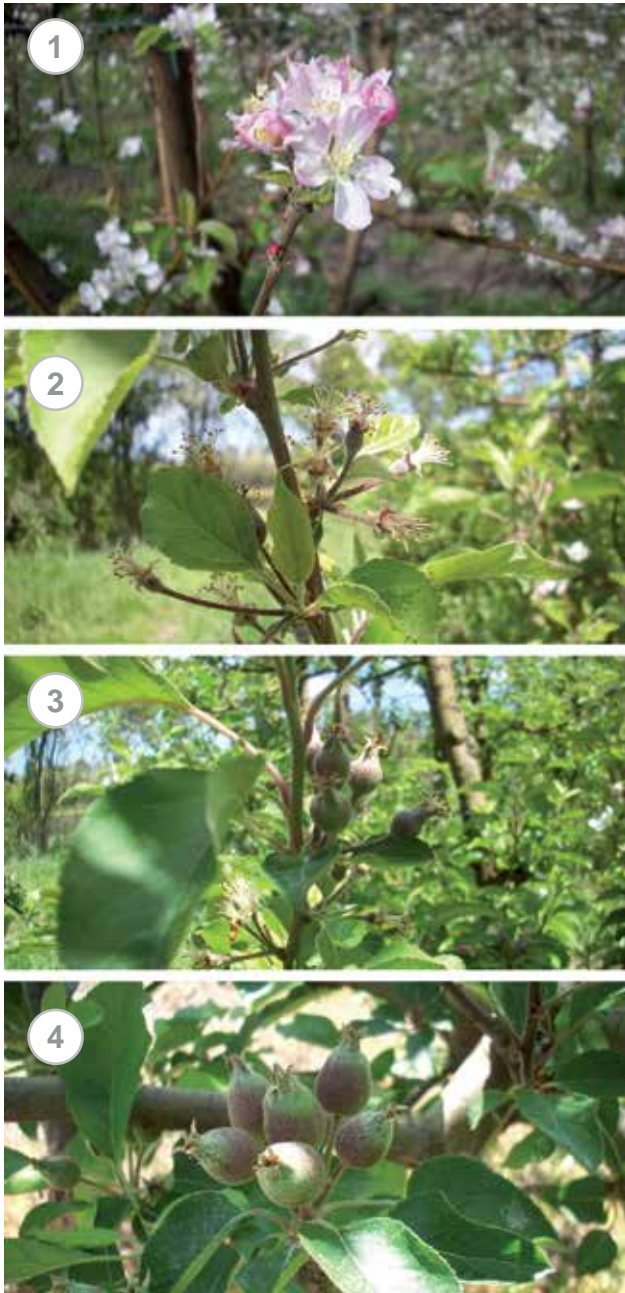
La presencia de las abejas en un cultivo a lo largo de un día depende fundamentalmente de las condiciones climáticas, la temperatura ambiente, la oferta de néctar y el grado de competencia con otros recursos botánicos. Este último aspecto puede explicar las diferencias en los dos cultivos en cuanto a la presencia de abejas, en relación a la disponibilidad de flores.

### Comportamiento de pecoreo de *A. mellifera* en el manzano

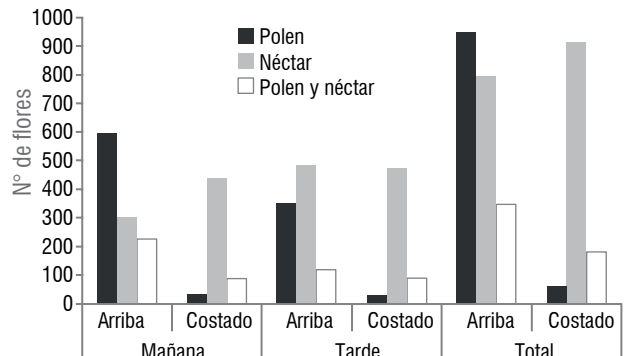
Este estudio ha mostrado que las abejas prefieren colectar polen de mañana y néctar en la tarde. Esto puede obedecer a necesidades de la colonia o a que el recurso es más fácil de extraer de las flores en las primeras horas del día. En las dos plantaciones de manzanos se verificó que mientras las abejas que colectaban néctar y néctar + polen abordaban las flores por arriba y por el costado en proporciones similares, las que colectaban polen lo hacían por arriba preferentemente.

Esta diferencia es esperable ya que las abejas que colectan polen no tienen otra opción que entrar en contacto con las anteras para que éste se pegue en el cuerpo y luego sea juntado en las corbículas del tercer par de patas.

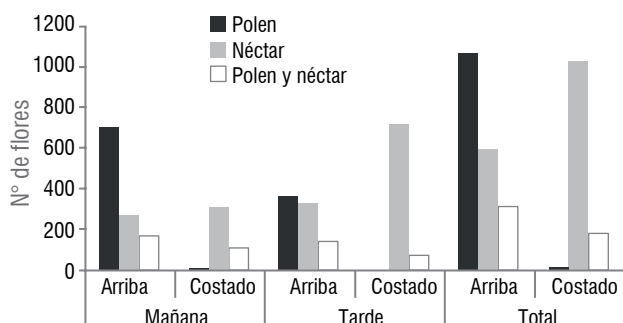
En nuestro estudio, el número de abejas que abordó la flor por el costado fue muy importante en ambas variedades de manzana: 36% en la variedad Cripps Pink y 38% en la variedad Red Chief.



**Figura 4** - Evolución temporal de las flores de manzano en las ramas con libre acceso de insectos polinizadores. 1) antesis, 2 y 3) flores apétalas y con engrosamiento de ovarios, 4) frutos en desarrollo.



**Figura 5** - Número de flores que fueron abordadas por arriba o por el costado por abejas que cargaban polen, néctar+polen y néctar en los manzanos de la Estación 1.



**Figura 6** - Número de flores que fueron abordadas por arriba o por el costado por abejas que cargaban polen, néctar+polen y néctar en los manzanos de la Estación 2.

Al analizar únicamente las transiciones que presentaron las abejas que pudieron ser observadas pecoreando en más de 10 flores, se encontró que la frecuencia de transiciones fue muy importante. La capacidad de las abejas de cambiar la forma de abordar la flor de manzana durante un viaje de pecoreo, teniendo en cuenta el recurso alimenticio que está colectando, es un tema de mucha importancia para el estudio del comportamiento de pecoreo en insectos polinizadores. Cuando los insectos pecoreadores disponen de un parche con diferentes ofertas florales, algunas especies como las abejas melíferas muestran una constancia casi total respecto a una especie durante el vuelo de forrajeo, mientras que otras, como los abejorros, muestran baja constancia, visitando más de una especie floral durante un vuelo.

**CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES A LOS PRODUCTORES DE MANZANA**

Sin duda, la introducción de abejas melíferas al cultivo de manzana se vuelve imprescindible para asegurar el normal cuajado de los frutos. Estas abejas son trabajadas por el ser humano y pueden ser colocadas en los sitios productivos de interés, con técnicas que los apicultores manejan. Por ello se vuelve muy importante integrar en este cultivo las técnicas agronómicas que tiendan a considerar la inclusión de este insecto benéfico como un factor más en la producción, y lo mismo para otros cultivos. Es recomendable la utilización de 10 colmenas por hectárea y que las mismas se ingresen al inicio de la floración.

Para hacer más efectiva la actividad polinizadora de estos insectos, se recomienda colocar las colmenas en bloques de tres o cuatro colmenas por punto del monte, seleccionando puntos que queden en zigzag dentro del mismo. Es recomendable también elegir puntos que queden entre la variedad de manzana a polinizar y la variedad polinizadora. Una vez colocadas las colmenas puede verificarse el normal funcionamiento de las mismas, observando la entrada/piquera de ésta. Un flujo de 75 abejas por minuto

entrando en la colmena en un día soleado indica una actividad apropiada de polinización.

También el productor puede observar la actividad sobre los árboles. Una buena polinización se logra cuando se observan al menos 25 abejas por minuto por árbol, en actividad. Como ya vimos en este estudio, las abejas colectan néctar y polen de este cultivo y ambas son efectivas polinizadoras, por lo que es válido contar en las piqueras abejas entrando con cargas de polen o con néctar (que llevan en su buche).

Durante la estancia de las colmenas en el cultivo es importante no utilizar agroquímicos que puedan afectar a las abejas. Una vez terminada la floración se dará aviso al apicultor para que retire las colmenas.

**AGRADECIMIENTOS**

A la familia Pisano, de Canelón chico, por ceder sus cultivos para realizar estos estudios.



**Figura 7.** Abejas posadas sobre la flor del manzano. A) Abeja abordando la flor desde arriba tomando contacto con las anteras. B) abeja abordando la flor desde el costado apoyada en los pétalos.



# GRANADAS: UN CULTIVO PARA LA DIVERSIFICACIÓN

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

Programa Nacional de Producción Frutícola

La Estación Experimental 'Wilson Ferreira Aldunate' INIA Las Brujas, a través del Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola, viene impulsando el desarrollo de frutales alternativos, teniendo en cuenta que estos productos se presentan como opciones válidas en procesos de diversificación y complementariedad a los sistemas de producción frutícola tradicionales. Se buscan, entre otros, genotipos con buena adaptación ambiental, alta sustentabilidad en los sistemas de producción, que sean productos demandados por el mercado y con alto valor agregado. El granado (*Punica granatum* L.), es un cultivo que se desarrolla en diversos climas, desde zonas semi-áridas templadas a

climas subtropicales. Según su hábito de crecimiento y porte, el granado se clasifica como arbusto leñoso muy ramificado y con tendencia basítona con crecimiento concentrado en la base de la planta, tendiente a formar varios tallos desde la base y su altura no supera los 3 metros (Sudzuki, 1996).

Tiene un sistema radicular denso y superficial lo que le proporciona gran capacidad de absorción. Las yemas tanto vegetativas como mixtas son de color rojizo, las hojas son lanceoladas y color verde brillante. Las flores se desarrollan en las axilas de las hojas de la rama del año, son muy vistosas de color rojo (también las hay





Figura 1 - Floración del granado.

blancas y combinadas), hermafroditas y pueden aparecer en solitario o en grupos de 2-3 flores (Figura 1). Las mismas presentan un receptáculo en forma de copa que contiene al ovario ínfero. El fruto es de forma globosa de 10-15 cm de diámetro, en su interior está dividido por tabiques que contienen los arilos. Estos últimos son la parte comestible del fruto y están formados por la semilla y una pulpa jugosa de color rojo con alto contenido de antocianos y sólidos solubles (Botti *et al.*, 1999; Sepúlveda *et al.*, 2000, citados por García, 2011). (Figura 2).

El ciclo fenológico anual del granado comienza con la brotación que tiene lugar en la primavera, a fines del mes de agosto para nuestras condiciones. La floración es muy extendida en el tiempo y se da una vez avanzado el crecimiento vegetativo. Desde el punto de vista comercial las primeras floraciones son las más importantes, por el tamaño y la calidad de fruta producida (Franck *et al.*, 2009). Por otro lado, el granado presenta flores hermafroditas, que darán origen a los frutos, y flores imperfectas o flores macho, las que no fructifican y caen a los pocos días.

El tamaño del fruto está determinado principalmente por el número de semillas en su interior, y será resultado directo de la polinización. El estado de madurez de la fruta de granada se suele evaluar en base al color externo (piel) y al color del jugo y su acidez (Cristosto *et al.*, 2000).

La cosecha se da a mediados del mes de abril para nuestras condiciones y se extiende hasta inicios del mes de mayo. Como la granada es un fruto no climatérico, la cosecha debe realizarse en el punto de madurez óptimo para el consumo, lo que se da aproximadamente 5-6 meses después de floración. La entrada en producción comercial es al tercer o cuarto año después de la plantación, y en condiciones tecnificadas de cultivo

se puede lograr una productividad de 15 a 30 toneladas por hectárea, dependiendo de la variedad.

El sistema de conducción más utilizado es a un único tallo hasta 0,80 a 1,20 metros y luego de cuatro a cinco ramas principales (Figura 3). Otras alternativas manejan tres a cinco tallos desde la base o por el contrario un eje central con ramificaciones secundarias. Incluso la conducción tipo parral es aplicada en algunas zonas productivas. La selección de un único tronco trae consigo la aparición de brotes no deseados, sierpes o chupones desde la base. Estos brotes deben ser controlados desde muy temprano para evitar un excesivo crecimiento de los mismos y que distorsionen la conducción y desarrollo de la planta. Las medidas para realizar este control pueden ser mecánicas, con el uso de tijeras, o químicas utilizando herbicida de contacto, teniendo especial cuidado con este último de no dañar otras partes de la planta.

A nivel nacional, se ha puesto a punto la micropropagación de plantas de forma exitosa, con alto porcentaje de sobrevivencia de plantas. El trabajo de la Unidad de Biotecnología de INIA permite lograr una elevada tasa de multiplicación a partir de meristemas *in vitro* así como de microestacas. Esto resulta sumamente favorable a la hora de plantearse una expansión de la superficie cultivada en el país.

## VARIABILIDAD GENÉTICA

Dado el gran número de variedades, las granadas se han clasificado en tres grandes grupos según el contenido de ácido cítrico que poseen en el jugo: el grupo de las dulces con contenido de ácido cítrico menor a 0,9%, utilizadas principalmente para consumo en fresco, con tonalidades del pericarpio de colores variables tanto blanquecinas como llegando al rojo intenso. El grupo de agridulces se caracteriza por contenidos de ácido cítrico de 1-2% y son utilizadas para la elaboración de bebidas; y por último el grupo de las ácidas, en donde el contenido de ácido cítrico es mayor a 2% empleadas principalmente por la industria.



Figura 2 - Morfología del fruto del granado.



Figura 3 - Sistema de conducción.

Actualmente, se reconoce cada vez más a la granada como un fruto con grandes propiedades funcionales y nutricionales, conteniendo altos porcentajes de minerales, vitaminas, polifenoles y antioxidantes, ayudando a prevenir enfermedades cardiovasculares y otras. Estas características hacen que la demanda por el producto vaya en aumento en EE.UU. y Europa, convirtiéndose en una interesante oportunidad productiva y comercial para la región, favorecida por la producción a contra estación con los países del hemisferio norte.

La fruta de granada se consume directamente como arilos frescos o bien puede procesarse para jugo. En muchas partes del mundo la industria elabora varios productos con esta fruta y se utilizan como guarniciones de ensaladas, mermeladas, granadina o vinos.

Dado que el consumo de granada está impulsado por los nuevos mercados de la industria, es importante rescatar todas las características del fruto y no solamente evaluar sus características para el mercado en fresco.

Si bien la diversidad genotípica de la especie es muy grande, se han llevado a cabo programas de mejoramiento a nivel internacional que permiten caracterizar mejor los materiales e ir seleccionando características de interés. Actualmente se buscan características como color interno rojo intenso, buen tamaño y alta productividad, teniendo en cuenta la dureza de la semilla, la acidez y el rajado, factores que pueden ser determinantes para la aceptación o rechazo de un nuevo cultivar.

Varios autores reafirman que en la actualidad no sólo se debe seleccionar variedades para su cultivo por las

cualidades organolépticas de la fruta en fresco, sino que además hay que seleccionarlas por su aptitud para la industrialización, con fines nutricionales y medicinales.

### DESÓRDENES FISIOLÓGICOS Y DAÑOS CLIMÁTICOS

El daño por golpe de sol es muy común en este fruto, se origina por exposición directa del fruto al sol, produciendo un resecamiento de la cáscara, dando lugar a pequeñas grietas que le dan apariencia de acorchado. La zona más expuesta al sol resulta ser la más dañada, tomando un color marrón hasta negro, como si estuviera quemada (Figura 4). El embolsado individual de frutos con tela o papel, permite reducir el problema de quemado por sol, y a su vez reduce la incidencia de plagas y enfermedades, mejorando la calidad externa de la fruta.

Los sistemas de conducción tipo parral son los que proporcionan menor exposición de la fruta al sol.

El rajado del fruto es un desorden fisiológico que se inicia con la presencia de grietas, que abren el fruto, y representa una entrada fácil de enfermedades y hongos. Estos desórdenes constituyen una pérdida importante de calidad de fruta y se agravan cuando se demora la cosecha. Se cree que puede deberse a tres factores, entre ellos la susceptibilidad de cada variedad, los desbalances hídricos en el fruto, provocados por excesos y déficits hídricos en el suelo, y deficiencias de calcio y potasio. El daño puede disminuir si se aplica riego por goteo, evitando los contrastes en la disponibilidad hídrica.



Figura 4 - Fruto dañado por el sol.



En INIA Las Brujas existe un módulo de evaluación de variedades implantadas en el año 2012. Se cuenta con más de 25 cultivares introducidos desde el repositorio de germoplasma del USDA en California. Esta introducción se concretó en el marco de un proyecto realizado junto con la empresa Tinfoil S.A., contando con el financiamiento de ANII.

En el módulo se viene realizando el seguimiento de la fenología de la planta, producción y calidad de fruta. Entre los datos obtenidos de las dos primeras cosechas, se ha podido constatar gran variabilidad en los contenidos de acidez de la fruta de los distintos materiales evaluados (Gráfica 1).

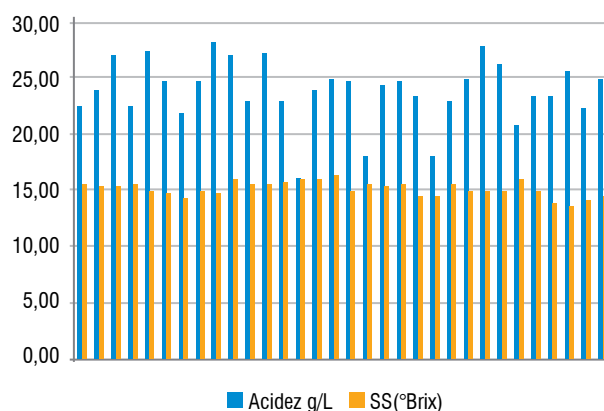
## USOS Y PROPIEDADES NUTRICIONALES

La granada puede considerarse un alimento funcional, definiendo como tal a aquellos alimentos que tienen componentes beneficiosos para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. Se destacan los que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, y antioxidantes. La granada es un fruto tipo baya, carnoso que generalmente contiene 8 carpelos en los que se encuentran los arilos con las semillas, lo cual representa un 60% aproximadamente del peso total del fruto, dependiendo del cultivar. Los arilos son ricos en agua, azúcares, fibra, ácidos grasos poliinsaturados (dos de ellos esenciales), vitamina C, potasio y bajas en sodio y en calorías, con los antocianos como principal fuente de antioxidantes. Estos últimos, responsables del color rojo de las granadas y de sus semillas, son un atributo de calidad importante, ya que protegen frente a los radicales libres retrasando el proceso de envejecimiento de las células, aspecto muy estudiado durante los últimos años en varios frutos.

Para el desarrollo de este cultivo, hay que tener en cuenta varios factores, el material genético como factor principal, el manejo del cultivo, el destino de la producción y las técnicas de conservación, manipulación e industrialización de la fruta.

El desafío a futuro, implica seguir evaluando los cultivares existentes en el país y seguir buscando materiales más adaptados a nuestras condiciones agroclimáticas y que cumplan con las exigencias en calidad. Es fundamental seguir mejorando las técnicas del cultivo que permitan optimizar la producción y la calidad del producto, de acuerdo a la respuesta a nuestras condiciones agroecológicas.

Dadas las restricciones de disponibilidad de mano de obra que se manejan actualmente en el país, resulta fundamental buscar medidas de manejo que concentren la cosecha y eventualmente la mecanización de diversas etapas del cultivo. En INIA Las Brujas está instalado un ensayo que permitirá evaluar la viabilidad del uso de la poda mecánica, para lo cual se recurrió a una adaptación del marco de plantación y sistema de conducción.



Gráfica 1 - Contenido de acidez y sólidos solubles en distintos materiales evaluados.

Según sea el destino de la producción, el énfasis variará en las distintas etapas de manipulación del producto y las condiciones para su conservación. Por las características de la granada, es clara la necesidad de incursionar en la investigación de los procesos de industrialización para los diversos usos, entre ellos los alimenticios, farmacológicos y cosméticos.

Otro de los usos de esta especie es el ornamental, cada vez con mayor importancia, tanto por frutos frescos o secos, pero fundamentalmente por la planta y sus flores. Confiamos en los próximos años, en poder generar la información suficiente para apoyar a los productores e industriales en el desarrollo de este cultivo y sus productos.

## BIBLIOGRAFÍA

- FRANCK, N. and P. VAAST. 2009. Limitation of coffee leaf photosynthesis by stomatal conductance and light availability under different shade level. *Tree Physiology* 23:761-769.
- GARCÍA, K. 2011. Estimación de la acumulación de la biomasa y extracción estacional de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en plantas de Granada (*Punica granatum* L.). Tesis de Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile. Santiago de Chile. 104p.
- GILL, P.P.S., W.S. DHILLON, N.P. SINGH. 2011. Influence of training systems on growth, yield and fruit quality of Pomegranate "Kandhari". *Acta Horticulturae* 890(1): 305-310.
- MONDRAGÓN, C. 2008. Guía para la producción de Granada Roja en Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- QUIROZ, I. 2009. Granados, características generales. pp. 6-13. In: Granados, Perspectivas y Oportunidades de un negocio emergente. Agosto 2009. Fundación Chile, Chile.
- SUDZUKI, F. 1988. Cultivo de frutales menores. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 184p.





# ABONOS VERDES, ENMIENDAS ORGÁNICAS Y MÍNIMO LABOREO: alternativas para mejorar la salud del suelo y potenciar la producción hortícola

Ing. Agr. Alejandro Corres<sup>1</sup>; Ing. Agr. (MSc) Juan C. Gilsanz<sup>2</sup>; Bach. Mariana Silvera<sup>2</sup>; Ing. Agr. (PhD) Jorge Arboleya<sup>2</sup>; Ing. Agr. (PhD) Carolina Leoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de posgrado, Universidad de Wageningen

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

## INTRODUCCIÓN

La salud del suelo la podemos definir como “la capacidad de un suelo de funcionar como un sistema vivo que sostiene la productividad biológica, mantiene la calidad ambiental y promueve la salud de plantas, animales y personas”. La salud del suelo es resultado del gran número de interacciones y relaciones simbióticas que existen entre las plantas y los diversos organismos que lo habitan y es la base de una producción agrícola sustentable. Por lo tanto, debemos buscar prácticas que mantengan y promuevan suelos productivos con bajos niveles de degradación.

En el sur del país la producción vegetal representa un importante ingreso económico para los productores familiares. La depreciación de los productos vegetales aunado al incremento en los costos de la energía y los insumos agrícolas llevaron a muchos productores a especializarse y destinar mayores áreas a un solo cultivo, reducir las rotaciones y aumentar el uso de irrigación y agroquímicos. Como consecuencia, aumentaron los riesgos para el sustento y bienestar de las familias, así como para el deterioro del agroecosistema y de la región, donde la erosión afecta entre 60-70% del área.

Actualmente se están buscando alternativas adecuadas para el Uruguay, de forma de reducir las actuales pérdidas: entre 1 - 4% de materia orgánica y entre 5 – 9 toneladas de suelo/hectárea debido a la erosión. Desde la década del 90 se vienen realizando estudios sobre manejo de suelos en sistemas hortícolas en donde se combinan prácticas conservacionistas: mínimo laboreo, abonos verdes y enmiendas orgánicas, confirmando los beneficios de estas prácticas sobre la salud del suelo.

## IMPACTO DEL LABOREO SOBRE LA SALUD DEL SUELO

La perturbación física del suelo debida al laboreo favorece la biodegradación de la materia orgánica. Por una parte, expone la materia orgánica que se encuentra protegida en los macro agregados del suelo. Por otra, modifica la estructura de las comunidades bióticas (microbianas, artrópodos, lombrices) que habitan en el suelo y son responsables de la degradación de la materia orgánica.

La agricultura de conservación constituye una alternativa para optimizar la productividad y los servicios que brinda el suelo, y se define por tres principios básicos: alterar el suelo lo mínimo posible, mantener una cubierta orgánica permanente y diversificar las rotaciones y asociaciones entre cultivos. En particular las prácticas de mínimo laboreo ofrecen una gama de beneficios económicos, ambientales y sociales: disminuyen la erosión del suelo, reducen el consumo de combustible, disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, aumentan la actividad biológica en el suelo y en consecuencia su fertilidad, y mejoran la estabilidad de la producción y los rendimientos.

Prácticas complementarias, tales como el uso de enmiendas orgánicas (adición de estiércol y/o compost) y de abonos verdes, aumentan el contenido de carbono orgánico en el suelo y mejoran la estabilidad de sus agregados en mayor medida que si se agregaran fertilizantes químicos. Las enmiendas orgánicas aportan macro y micronutrientes esenciales para mejorar las propiedades químicas del suelo. Los abonos verdes y los residuos que éstos generan mejoran la estructura

del suelo, aumentan la materia orgánica y establecen patrones de ciclo de nutrientes similares a los de los ecosistemas naturales. A su vez, el uso de abonos verdes contribuye en buena medida a reducir el banco de semillas de malezas y ayuda a regular la temperatura y la humedad del suelo.

## ESTRATEGIAS PARA RECUPERAR LA SALUD DEL SUELO EN LOS SISTEMAS HORTÍCOLAS

En el 2012 en la estación experimental INIA Las Brujas, sobre un suelo degradado por su historia agrícola, se instaló un ensayo donde se comparan diferentes estrategias para recuperar la salud del suelo. Para ello se definieron cinco manejos: 1- laboreo convencional, sin abono verde ni enmiendas orgánicas y fertilización química exclusiva (Manejo Convencional, MC); 2- laboreo convencional, abono verde incorporado, fertilización con estiércol de ave y compost (Manejo Convencional Mejorado, MCM); 3- laboreo reducido, abono verde picado y dejado en superficie y compost (Manejo Mínimo Laboreo-1); 4- laboreo reducido, abono verde en superficie y estiércol de ave (Manejo Mínimo Laboreo-2); y 5- laboreo reducido, abono verde en superficie, compost y estiércol de ave (Manejo Optimizado) (Cuadro 1, Foto 1). Se evaluaron las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo los distintos manejos, las cuales además se compararon con las propiedades de un sitio que ha permanecido imperturbado durante los últimos 30 años.

### ¿CÓMO ESTÁ EL SUELO LUEGO DE TRES AÑOS?

Luego de tres años, los diferentes manejos comienzan a mostrar sus efectos. A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de la zafra del verano 2014-15.

Cuadro 1 - Características de los distintos manejos

Manejo	Tipo de Laboreo	Uso de abono verde	Uso de enmienda orgánica	Uso del suelo invierno - verano 2014-15
MC = Manejo Convencional	Convencional	NO	NO, fertilización química exclusiva.	Repollo - Calabacín
MCM = Manejo Convencional Mejorado	Convencional	SI, e incorporado al suelo	SI = Estiércol de ave y compost, cada uno aporta el 50% del Nitrógeno demandado por el cultivo	Repollo - Sorgo forrajero
MML-1 = Mínimo Laboreo - 1	Reducido	SI, picado y dejado en superficie	SI = Compost, aporta el 100% del Nitrógeno demandado por el cultivo	Repollo - Sorgo forrajero
MML-2 = Mínimo Laboreo - 2	Reducido	SI, picado y dejado en superficie	SI = Estiércol de ave, aporta el 100% del Nitrógeno demandado por el cultivo	Repollo - Sorgo forrajero
MO = Manejo Optimizado	Reducido	SI, picado y dejado en superficie	SI = Estiércol de ave y compost, cada uno aporta el 50% del Nitrógeno demandado por el cultivo	Repollo - Sorgo forrajero



Foto 1 - Uso del suelo verano 2015. Parcela con calabacín y parcelas de abonos verdes.

El rendimiento del calabacín cv. Pluto bajo manejo convencional, único manejo con hortalizas en este período, fue de 23 ton/ha y el promedio de todos los abonos verdes fue de 16 ton/ha de materia seca de sorgo (suma de dos cortes).

### Efecto sobre las propiedades físicas: densidad aparente y porosidad

La densidad aparente es una medida de compactación del suelo y se expresa en gramos de suelo seco/cm<sup>3</sup>. Mayores valores de densidad aparente significan mayor compactación. Por otro lado, la porosidad es el espacio del suelo ocupado por aire y/o agua y se expresa en % de volumen de suelo, es decir a mayor porosidad mayor soltura del suelo. Una buena porosidad del suelo es decisiva para mantener niveles adecuados de aeración y temperatura, crecimiento de raíces e infiltración de agua.

Cuadro 2 - Densidad aparente y porosidad del suelo, abril 2015

Manejo	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )		Porosidad total (%)	
MC	1.31	a <sup>1</sup>	50	b
MCM	1.20	ab	55	ab
MML-1	1.12	bc	58	a
MML-2	1.08	c	59	a
MO	1.15	bc	57	a
Suelo imperturbado	1.02	--- <sup>2</sup>	62	---

<sup>1</sup>Diferentes letras en la columna implican diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo a la comparación de medias Tukey (P<0.05).

<sup>2</sup>No se incluyó en el análisis estadístico

Cuadro 3 - Carbono activo y Carbono orgánico del suelo, abril 2015

Manejo	Carbono activo (mg C / kg suelo)		Carbono orgánico (%)	
	MC	249	b <sup>1</sup>	1,15
MCM	458	a	1,27	a
MML-1	507	a	1,32	a
MML-2	512	a	1,39	a
MO	530	a	1,38	a
Suelo imperturbado	1359	--- <sup>2</sup>	2,43	---

<sup>1</sup>Diferentes letras en la columna implican diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo a la comparación de medias Tukey (P<0.05).

<sup>2</sup>No se incluyó en el análisis estadístico

Se observó que el manejo convencional presentó una mayor compactación (mayor densidad aparente y menor porosidad total). En contraste, los manejos de mínimo laboreo presentaron los valores más bajos de densidad aparente y los valores más altos de porosidad (Cuadro 2).

Estos resultados son consecuencia de la utilización de abonos verdes y de enmiendas orgánicas (compost y estiércol de ave), los cuales inciden positivamente sobre la formación de agregados y mejora de la estructura del suelo, sobre el incremento de la infiltración, retención y drenaje de agua, así como sobre una mejor aeración del suelo.

### Efecto sobre las propiedades químicas: carbono activo, carbono orgánico y macronutrientes

El carbono activo es la fracción de carbono orgánico más propensa a la degradación. Su importancia radica en que esta fracción es el combustible de la cadena alimenticia en el suelo y por lo tanto tiene una gran influencia en las comunidades biológicas y los ciclos de nutrientes. El contenido de carbono orgánico en el suelo tiende a cambiar en base a las prácticas agrícolas y a otras perturbaciones.

Como resultado de los manejos evaluados, se observaron mayores niveles de carbono activo y carbono orgánico en los manejos conservacionistas, si bien aún están muy debajo de los valores observados en el suelo imperturbado (Cuadro 3). Por otro lado, los valores de carbono activo muestran mejor las diferencias entre manejos, pues representan los cambios de la materia orgánica en el corto plazo.

Los valores de nitrógeno total en el suelo (N) oscilaron entre 0,13% y 0,15%, sin diferencias entre manejos, mientras que los niveles de fósforo (P) y potasio (K) fueron significativamente mayores en los manejos con enmiendas orgánicas, especialmente aquellos con



Cuadro 4 - Nitrógeno total, fósforo y potasio en el suelo, abril 2015

Manejo	Nitrógeno total (%)		Fósforo ( $\mu\text{g P/g}$ )		Potasio (meq/100g)	
MC	0,13	a	15,7	b	0,26	b
MCM	0,13	a	79,0	a	0,35	ab
MML-1	0,14	a	93,4	a	0,32	ab
MML-2	0,15	a	104,1	a	0,44	a
MO	0,14	a	91,2	a	0,41	a
Suelo imperturbado	0,25	--- <sup>2</sup>	13,9	---	0,74	---

<sup>1</sup>Diferentes letras en la columna implican diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo a la comparación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ). <sup>2</sup> No se incluyó en el análisis estadístico

estiércol de ave (Cuadro 4). El manejo convencional presentó niveles bajos de nutrientes, especialmente en lo que respecta a potasio. Las enmiendas orgánicas muestran que pueden contribuir con las necesidades nutricionales de los cultivos, pero exigen un manejo adecuado para disminuir posibles efectos negativos por niveles excesivos de algunos de ellos.

#### Efecto sobre las propiedades biológicas: respiración del suelo, comunidades microbianas y macrofauna

Las comunidades biológicas del suelo son responsables de una amplia gama de funciones y procesos como contribuir a mantener la estructura del suelo, incidir en los ciclos de nutrientes y en la descomposición de la materia orgánica, favorecer el crecimiento de las plantas y suprimir el desarrollo de enfermedades. La actividad biológica del suelo está asociada a la salud del mismo y por ende al buen funcionamiento del agroecosistema.

El desprendimiento de  $\text{CO}_2$  desde el suelo hacia la atmósfera se conoce como respiración del suelo y es un indicador de la actividad microbiana global, especialmente de aquellos microorganismos que descomponen los residuos orgánicos y mineralizan los nutrientes. Por otra parte, la macrofauna (invertebrados con un ancho

del cuerpo mayor a 2 mm, como artrópodos y lombrices) a través de sus actividades interviene en la regulación de los procesos del suelo.

Según su alimentación se reconocen tres grupos funcionales: herbívoros (se alimentan de las partes vivas de las plantas), depredadores (consumen animales vivos) y detritívoros (se alimentan de materia orgánica no viva). Tanto la respiración como la macrofauna del suelo responden al manejo en escalas de tiempo de meses o años, por lo que se consideran potenciales indicadores biológicos del estado de los agroecosistemas.

En el otoño del 2015, al final del ciclo estival, la respiración del suelo bajo los diferentes manejos varió entre 30 y 50  $\text{mg CO}_2/\text{kg}$  suelo seco, no detectándose diferencias significativas entre ellos, posiblemente debido a la falta de agua en el suelo como consecuencia del déficit hídrico existente durante el ciclo de cultivo. Igualmente, la abundancia de artrópodos y lombrices en general fue baja, y el manejo convencional fue el que presentó los menores valores (Cuadro 5).

En lo que respecta a las comunidades microbianas, los grupos reconocidos por su capacidad de suprimir enfermedades como *Pseudomonas* fluorescentes, actinomicetos y *Trichoderma* spp., presentaron las poblaciones más bajas en el manejo convencional, mientras que los

Cuadro 5 - Respiración del suelo, abundancia de artrópodos y abundancia de lombrices, abril 2015

Manejo	Respiración del suelo ( $\text{mg CO}_2/\text{kg}$ suelo seco)		Abundancia artrópodos ( $\text{N}^\circ/\text{m}^2$ )		Abundancia lombrices ( $\text{N}^\circ/\text{m}^2$ )	
MC	34	a	24	d	5	b
MCM	31	a	76	c	12	ab
MML-1	34	a	100	ab	4	b
MML-2	50	a	84	bc	16	a
MO	30	a	112	a	12	ab
Suelo imperturbado	42	--- <sup>2</sup>	128	---	96	---

<sup>1</sup>Diferentes letras en la columna implican diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo a la comparación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ). <sup>2</sup> No se incluye en el análisis estadístico

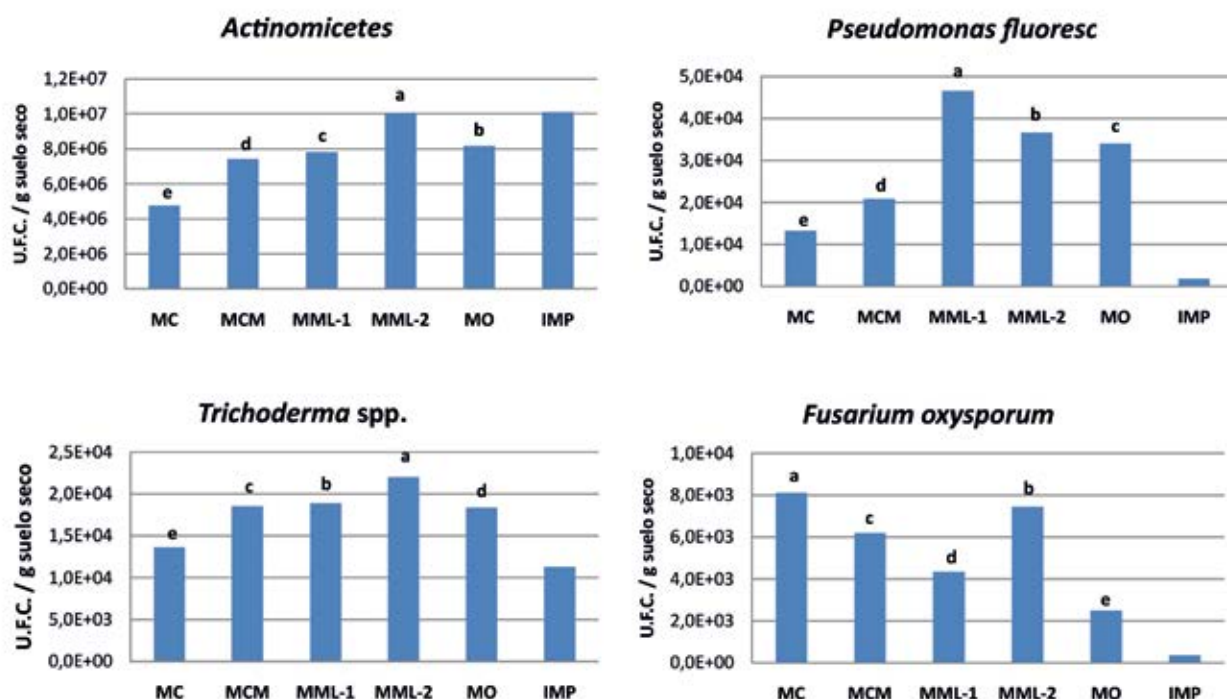


Figura 1 - Comunidades microbianas benéficas y potenciales patogénicas, abril 2015. Diferentes letras en las barras implican diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo a la comparación de medias Tukey ( $P < 0.05$ ). Los valores del sitio imperturbado (IMP) no se incluyeron en el análisis estadístico.

manejos con laboreo reducido, abono verde y compost presentaron las poblaciones más bajas de *Fusarium oxysporum*, potencial patógeno vegetal (Figura 1).

## CONSIDERACIONES FINALES

Luego de tres años, se comienzan a ver las consecuencias de los diferentes sistemas de manejo, si bien efectos más consistentes son esperables en un plazo mayor de tiempo. Los sistemas con laboreo reducido, uso de abonos verdes y enmiendas orgánicas presentaron buenos valores de productividad junto a una mejora en la salud del suelo, expresada en los valores obtenidos para las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Este trabajo muestra que es posible mejorar la salud del suelo y por extensión la sostenibilidad de los sistemas de producción hortícola.

## BIBLIOGRAFÍA

Alliaume, F., Rossing, W.A.H., Tittonell, P., Jorge, G., Dogliotti, S. 2014. Reduced tillage and cover crops improve water capture and reduce erosion of fine textured soils in raised bed tomato systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 183: 127-137.

Arbolea, J., Gilsanz, J.C., Alliaume, F., Leoni, C., Falero, M., Guerra, S. 2012. Minimum tillage and vegetable crop production. *Agrociencia Uruguay* 16: 62-70. (special issue).

Gilsanz, J.C., Arbolea, J. Maeso, D.Paullier, J.Beyhaut, E., Labandera, C.Hoyt, G.D., Sanders, D.C. 2004. Evaluation of limited tillage and cover crop systems to reduce N use and disease population in small acreage vegetable farms mirror image projects in Uruguay and North Carolina, USA. *Acta Horticulturae* 638, p 163-169. En: Proc. XXVI IHC. Sustainability of Horticultural Systems. Eds. L. Bertschinger and J. D. Anderson.

Arbolea, J., Gilsanz, J.C., Alliaume, F., Leoni, C., Falero, M., Guerra, S. 2010. Manejo sustentable en producción hortícola intensiva. *INIA Serie Actividades de Difusión* N° 624, p 9-19

Larkin, R.P. 2015. Soil health paradigms and implications for disease management. *Annual Review of Phytopathology* 53:199-221,

Scholberg, J.M.S., Dogliotti, S., Leoni, C., Cherr, C.M., Zotarelli, L., Rossing, W.A.H. 2010. Cover crops for sustainable agrosystems in the Americas. Pages 23-58. In: Genetic Engineering, Biofertilization, Soil Quality and Organic Farming. Lichtfouse, E. (Ed.) Sustainable Agriculture Reviews, Vol. 4. Springer.

Wang, Y., Tu, C., Cheng, L., Li, C., Gentry, L.F., Hoyt, G.D., Zhang, X., Hu, S. 2011. Long-term impact of farming practices on soil organic carbon and nitrogen pools and microbial biomass and activity. *Soil and Tillage Research* 117, 8-16.



# NUEVA HERRAMIENTA EN SANIDAD FORESTAL: APLICACIÓN P-FOR PARA TELÉFONOS INTELIGENTES

Lic. Sofía Simeto, Lic. Demián Gómez,  
Lic. (PhD) Gonzalo Martínez,  
Ing. Agr. (PhD) Gustavo Balmelli

Programa Nacional de Producción Forestal

## SANIDAD FORESTAL EN URUGUAY

El sector forestal uruguayo ha tenido en los últimos 25 años un crecimiento muy importante que lo ha ubicado entre los tres principales sectores agroindustriales exportadores del país, junto con la ganadería y la agricultura (UruguayXXI, 2014). La instalación de especies forestales fuera de sus áreas de origen resulta normalmente en una separación de sus enemigos naturales, hecho que ha permitido el buen desarrollo de especies como *Pinus* y *Eucalyptus* en regiones de las que no son originarias (Wingfield, 2008). Sin embargo, el incremento del área forestada, junto con el aumento del comercio internacional y el tránsito de personas, ha propiciado el ingreso accidental y posterior establecimiento de nuevos patógenos y plagas forestales.

En los últimos años también se ha observado un aumento en la incidencia y severidad de los problemas sanitarios ya existentes, lo que representa una grave amenaza para el sector forestal debido a las pérdidas productivas que éstos provocan, tanto en el volumen como en la calidad de la madera.

La detección temprana de los problemas sanitarios en el campo es un factor clave para el desarrollo de estrategias de manejo. En este sentido, INIA ha colaborado en la organización de cursos de patología y entomología forestal a cargo de la Universidad de la República (UdelaR), participando del dictado de clases durante los mismos, junto a expositores nacionales e internacionales.

A su vez, INIA realiza desde el año 2014 jornadas de capacitación a campo para el reconocimiento de plagas y enfermedades en plantaciones forestales, en diferentes zonas del país. Estas actividades son abiertas a todo público pero están dirigidas especialmente a técnicos y personal de campo de empresas forestales, que independientemente de la tarea que cumplan, por es-





tar habitualmente recorriendo las plantaciones, tienen mayor posibilidad de detectar precozmente problemas en el monte (ya sea debido a problemas sanitarios, a factores abióticos o silviculturales). Durante las jornadas de capacitación se exponen ejemplos de diferentes problemas sanitarios recorriendo plantaciones de diferentes especies y edades.

Como material de apoyo a las charlas dictadas durante las jornadas se entrega un conjunto de 24 cartillas preparadas especialmente para ayudar en el reconocimiento a campo de los diferentes problemas sanitarios. Las mismas presentan imágenes e información sobre las diferentes plagas y enfermedades en forma concisa, distribuida en secciones tales como: síntomas y signos, agente causal, hospederos, daño e impacto, biología y manejo. Estas cartillas se encuentran disponibles para su descarga gratuita a través de la página web de INIA ([www.inia.uy](http://www.inia.uy)). En la elaboración de este material participaron, junto con investigadores de INIA, investigadores de Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias y del Centro Universitario de Tacuarembó – Polo de Desarrollo Forestal.

### UN PASO MÁS: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN SOBRE PROTECCIÓN FORESTAL PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

En virtud de la demanda y la buena adopción que han tenido las cartillas de campo y habida cuenta de la importancia de la detección temprana de los problemas sanitarios, INIA decide facilitar el acceso a la información y darle difusión masiva a través de una aplicación para teléfonos inteligentes o smartphones. Esta aplicación denominada P-FOR, aplicación en Protección Forestal, será presentada en el “Día de Campo en Reconocimiento de Plagas y Enfermedades en Plantaciones Forestales” a realizarse en el departamento de Cerro

Largo, el día 15 de octubre y a partir de ese momento estará disponible para su descarga. De esta forma, a través de las tecnologías de la información, INIA pondrá a disposición del sector productivo una nueva herramienta de apoyo a la gestión de las plantaciones forestales, en este caso, considerando el aspecto sanitario.

### La aplicación, para quién y para qué

Esta aplicación está dirigida a todas aquellas personas que trabajan en contacto con plantaciones forestales en Uruguay y que necesiten identificar, en forma rápida e *in situ*, los principales problemas sanitarios existentes en las mismas. Adicionalmente, permitirá reconocer la existencia de nuevos problemas sanitarios en forma temprana, con lo cual se dispondrá de insumos para reportar los mismos a las autoridades competentes (Dirección General de Servicios Agrícolas y Dirección General Forestal).

### Cómo funciona

P-FOR es una Guía de Plagas y Enfermedades Forestales en Uruguay que presenta información sobre los principales problemas sanitarios de origen biótico que afectan las plantaciones forestales, en un formato sencillo y amigable para el usuario. Consta básicamente de dos módulos:



- “Biblioteca”: en este módulo se tendrá acceso a la información de las cartillas INIA de “Reconocimiento a campo de plagas y enfermedades forestales”, con un diseño adecuado para la navegación en pequeñas pantallas, para el acceso fácil a la información e imágenes sobre los diferentes problemas sanitarios reportados para nuestro país.

- “Guía de Síntomas”: en este módulo el usuario será guiado mediante preguntas sobre lo que observa en el rodal o en el árbol, para llegar a la identificación del problema y acceder a información sobre el mismo.

**Características**

La aplicación está diseñada para funcionar en los principales sistemas operativos para smartphones (IOS, Android y Windows Mobile). Una vez descargada, no será necesario tener conexión a Internet para utilizarla, de manera que la información esté siempre disponible en cualquier lugar.

**Cómo se consigue**

P-FOR podrá ser descargada en forma gratuita en Apple Store, Google Play y Windows Store.

**Potencial a futuro**

En esta primera etapa la aplicación está diseñada como una herramienta de apoyo para la identificación de plagas y enfermedades en el campo. Sin embargo, el potencial de este tipo de tecnología permitirá

a futuro incorporar nuevas prestaciones tales como: el registro de focos de plagas y enfermedades en el contexto de redes de monitoreo existentes, el registro on line de nuevos problemas sanitarios, el establecimiento y manejo de bases de datos de plagas y enfermedades (con georreferenciación e imágenes), la creación de foros de discusión e intercambio de información y el establecimiento de sistemas de alarma para el manejo integrado de plagas que indiquen acciones a tomar ante diferentes situaciones (liberación de parasitoides, manejo silvícola adecuado al problema sanitario, trampeo masivo, uso de determinado material genético).

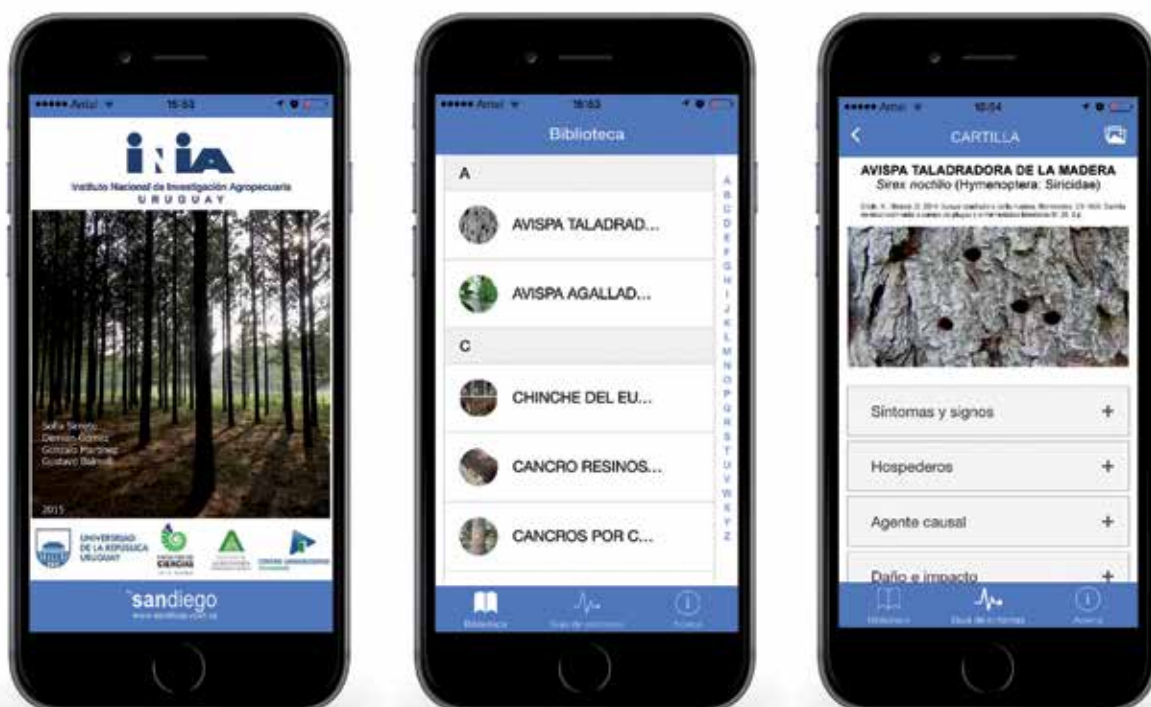
**INIA y las tecnologías de la información**

A través del lanzamiento de su primera aplicación para smartphones, INIA pone a disposición del sector productivo una herramienta de apoyo a la gestión forestal. Nuestro Instituto refuerza así su apuesta a las nuevas tecnologías de la información y comunicación (y en particular al uso generalizado de dispositivos móviles) para facilitar el acceso y la transferencia de la información generada en el marco de la investigación nacional.

**BIBLIOGRAFÍA**

UruguayXXI. 2014. Informe de comercio exterior Exportaciones e importaciones de Uruguay. <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2015/05/Informe-de-Comercio-Exterior-de-Uruguay-A%C3%B1o-2014.pdf>

Wingfield, M. J., Slippers, B., Hurley, B.P., Coutinho, T.A., Wingfield, B. D. & Roux, J. 2008 - Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. *Southern Forests* 70: 139-144.





# SÍNTESIS DE SEMINARIO CALIDAD DE AGUAS Y SISTEMAS AGROPECUARIOS

Ing. Agr. (MSc) Carolina Lizarralde  
Ing. Agr. (PhD) José Terra

Programa Nacional Producción  
y Sustentabilidad Ambiental

El pasado 19 de agosto se realizó en INIA Las Brujas el seminario técnico “Calidad de aguas y actividades agropecuarias”. En él se presentaron los avances alcanzados en las líneas de investigación en el tema por parte del INIA y la Universidad de la República (Ude-laR). Éstas se desarrollaron especialmente en el contexto de intensificación y expansión productiva que ha vivido el país en la última década, la que ejerce creciente presión sobre los recursos naturales.

Los trabajos presentados abarcaron diversos temas: evaluación del impacto de las actividades agropecuarias en los cursos superficiales de agua, opciones de mitigación para disminuir dicho impacto, e in-

formación sobre el uso de herramientas ambientales para evaluar cambios en la calidad del agua. Durante la jornada se analizaron diversos sistemas productivos con diferencias entre las escalas temporales y espaciales estudiadas. En términos generales, se encontró variación en la calidad de agua de distintos cursos del país.

El seminario finalizó con una mesa redonda integrada por representantes del gobierno, la academia y los productores. Participaron 220 personas de manera presencial, mientras que otras 200 lo hicieron por Internet. A continuación se detalla una síntesis, elaborada con el apoyo de los disertantes.



## SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA-GANADERO

Lic. (Dra) Gabriela Eguren  
Facultad de Ciencias, UdelaR

Se presentaron los principales resultados de un estudio realizado en la cuenca del Arroyo del Tala, en el departamento de Salto. Esta cuenca es de 16.500 hectáreas (ha), unas 11.000 se destinan a la ganadería extensiva y en las otras 5000 ha se ha ido modificando la proporción de cultivos y pasturas. Se hizo un análisis sobre cómo fue cambiando la calidad del agua en el correr de los años, observándose que tanto al comienzo del estudio como luego del proceso de intensificación, los valores de calidad de agua siempre cumplieron con los requisitos para ser clasificadas como aguas de clase III, según decreto 253/79. Al evaluar si existía un efecto gradiente en la cuenca determinado a través de cambios en las características de suelo y aguas, desde la naciente a la desembocadura del arroyo, se observó que en ningún caso se encontró este efecto para los parámetros fisicoquímicos.

Por otro lado, al investigarse la comunidad de peces como indicadores de calidad del agua, se comprobó que de todas las colectadas a lo largo del estudio, un 60% resultan especies raras. Esto podría estar asociado a manejos en las distintas etapas de los cultivos. Las evaluaciones del sistema realizadas determinaron que éste se encuentra dentro del rango de sostenibilidad para sistemas de producción.

## CALIDAD DE AGUAS EN CUENCAS DE USO AGROPECUARIO

BQ. (Dr) Leonidas Carrasco, INIA

Se presentaron resultados de 3 proyectos financiados por INIA en la última década, con la participación de diversas instituciones: un primer proyecto en cuencas de interés forestal en el departamento de Río Negro, que abarcó un total de 15 cuencas; un segundo proyecto en

el departamento de Paysandú focalizado en dos cuencas lecheras y un tercer proyecto de escala nacional, que abarcó 100 cuencas (73% del territorio nacional).

En forma resumida se presentaron los parámetros fisicoquímicos, bioquímicos, comunitarios y ecosistémicos adaptados o implementados para evaluar como el cambio de uso del suelo ha afectado al ecosistema.

Además, se mostraron las estrategias implementadas para resumir la información y permitir la comparación de situaciones contrastantes, resaltando la necesidad de poder discriminar entre diferencias estadísticas, el significado de las mismas y el poder definir su aceptabilidad. Se evidenció que una evaluación basada en las características fisicoquímicas del agua no permite inferir los efectos en los ecosistemas fluviales nacionales. Finalmente, se expuso la primera caracterización fisicoquímica de las aguas de Uruguay y un modelo que vincula el uso del suelo con los niveles de fósforo disuelto encontrado en aguas. Por el interés creciente en la concentración de fósforo en agua, destacó que en el otoño del 2014 un 60% de las cuencas presentaron valores acordes a la norma de fósforo en agua (0,025mg/L) situación que se redujo al 15% en primavera del 2014.

## EFFECTO DE LAS PLANTACIONES FORESTALES SOBRE CALIDAD DE AGUAS Y PÉRDIDAS DE SUELOS

Ing. (Dr) Luis Silveira y Ing (MSc) Jimena Alonso, Facultad de Ingeniería, UdelaR; Lic. (Dr) Franco Teixeira de Mello, Centro Universitario Regional Este, UdelaR

Se presentaron datos de dos microcuencas forestales y la determinación de sus tasas de producción de sedimentos. En la etapa previa a la cosecha de la plantación, primero con cobertura de campo natural y luego por un ciclo de forestación, la tasa de producción de sedimentos estimada fue 1,8 t/ha/año. Luego de la cosecha del monte la tasa de producción de sedimentos aproximadamente se duplicó, llegando a 3,9 t/ha/año. Sobre calidad del agua, los datos preliminares difirieron según el uso del suelo: pasturas y forestación.

La calidad de agua fue clasificada según la concentración de nitrógeno y fósforo como mesotrófica y eutrófica; en ambas cuencas los valores de fósforo total (P total) fueron superiores a la normativa vigente (0,025mg/L). La relación entre nitrógeno (N) y fósforo (P), muestra que el nutriente limitante en la mayoría de los casos resulta ser el P. Además, la mayor parte de la carga de N y P es bajo forma soluble, indicando que el ingreso de nutrientes desde la cuenca no se debe sólo a procesos de erosión. Por otro lado, en la evaluación del funcionamiento ecosistémico, se observa una mayor tasa de descomposición de biomasa en los sistemas no forestados. Asociado a este proceso, se detectó una mayor abundancia de insectos efemerópteros (indicadores de buena calidad de agua) en los sistemas de campo natural.



## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL INTENSIVA Y CALIDAD DE AGUAS

Ing. Agr. (PhD) Verónica Ciganda, INIA

Se presentaron resultados de un encierre experimental en INIA La Estanzuela, departamento de Colonia. Se trata de un encierro temporal en el que se alternan períodos de aproximadamente 100 días con animales, y períodos sin animales. Se observó que durante los períodos con presencia de animales, las colectas de ese escurrimiento tenían altas concentraciones de N y P, cuando permaneció sin animales los niveles de N bajaron mucho aunque los de P siguieron siendo importantes. El trabajo se complementó con muestreos de suelo y agua sobre 18 encierres a corral. Los resultados mostraron que en superficie hay una acumulación muy importante de P; a su vez se está dando un proceso de lixiviación física del P el cual llega a otras profundidades.

En cuanto al nitrato, se encontraron bajas concentraciones en superficie y los máximos estuvieron en los 30-60 cm. En referencia al agua superficial, en el caso del P, tanto aguas arriba como aguas debajo de los corrales, los niveles encontrados están por encima del nivel crítico nacional. Si bien los feedlots estarían haciendo un aporte de P al agua, estas aguas ya venían enriquecidas de otras fuentes. Para un mejor manejo ambiental se recomendó seguir la "Guía de buenas prácticas para la instalación y manejo de los encierres a corral", la cual será publicada próximamente.

### IMPACTO DE LA LECHERÍA EN LA CUENCA DE PASO SEVERINO

Biol. (Dr) Rafael Arocena, Facultad de Ciencias, UdelaR

Se presentaron los resultados de un proyecto en el que se evaluó el impacto de las actividades lecheras en los cuerpos de agua. El trabajo se realizó sobre 10 microcuencas de Paso Severino, Florida, estudiando las diferencias en el uso del suelo y la actividad lechera.

En cuanto a calidad de agua de los arroyos, los análisis fisicoquímicos determinaron que había cuencas fuera de la normativa. Las que tenían menor actividad lechera, mayor proporción de pasturas y menores niveles de fertilidad del suelo, se destacaron por tener aguas más oxigenadas y una menor concentración de nutrientes, fósforo (P) y nitrógeno (N) en el agua. Se demostró que el origen de los nutrientes y materia orgánica en el agua era principalmente por escorrentía. La mayor parte del P y del N en el agua se halló bajo forma soluble. Se encontró además alto contenido de amonio que seguramente procedía del estiércol del ganado.

También se hizo análisis de macroinvertebrados, los que mostraron una mayor diversidad en la cuenca que no tenía actividad lechera.



A través de estas evaluaciones se determinó que todos los arroyos presentaban mala calidad del agua. El estudio se complementó con un monitoreo del embalse Paso Severino, encontrándose poca abundancia de cianobacterias y desarrollo de algas. Se evaluó la percepción ambiental de los productores de la cuenca, y se realizó una caracterización de los mismos.

### USO DE HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA

Ing. Agr. (PhD) Alejandro La Manna, INIA

Presentó los trabajos realizados con el uso de la matriz de riesgo, la cual permite caracterizar los distintos establecimientos en estratos potenciales de riesgo de contaminación y priorizar a aquellos que, en condiciones de recursos económicos limitantes, logren que por cada peso invertido la devolución a la sociedad represente la mayor prevención de polución. La matriz categoriza a los tambos por dos criterios diferentes: el geográfico (dado por la ubicación del tambo) y el predial (por el manejo y la logística que hace el productor). Esta se aplicó a 130 tambos del departamento de Florida y se logró identificar en forma objetiva a aquellos tambos con mayor potencial de contaminar.

Se mencionó la relevancia para Uruguay del uso de la contaminación como barrera no arancelaria, viendo la necesidad de determinar nuestros propios valores de: huellas ambientales, posible potencial contaminante e indicadores. En estos momentos se está trabajando en el cálculo de la huella del agua para la lechería en conjunto con Argentina. El estudio se enfoca en la evolución de los 30 últimos años. Las determinaciones se están realizando en predios de productores, evaluando los factores que mayor incidencia tienen en la eficiencia del uso de agua.

Los resultados preliminares indican que la huella del agua es menor en aquellos tambos que tienen mayor carga animal y uso de ensilaje y concentrado.



## RELACIONES ENTRE NIVEL DE P DEL SUELO Y CALIDAD DEL AGUA DE ESCURRIMIENTO

Ing. Agr. (PhD) Carlos Perdomo,  
Facultad de Agronomía, UdelaR

Se presentaron datos de un proyecto que se encuentra en desarrollo, la generación de un índice de fósforo (P) para las condiciones nacionales, tomando como referencia índices similares de otros países. El propósito es estimar las pérdidas promedio de P de un predio con determinado sistema productivo, manejo y localización.

Se presentaron resultados de ensayos en la cuenca lechera de Florida. En el año 2014 se observaron pérdidas de P soluble de 1 kg/ha/año en praderas sin fertilizar, lo que coincide con el límite máximo tolerable establecido en algunas regiones de Estados Unidos. A su vez, cuando se agregaron distintas dosis de fertilizante fosfatado (50, 100 y 200 kg/ha  $P_2O_5$ ) se observó que en forma soluble se perdió el 1,83% del fertilizante agregado. Si bien desde el punto de vista agronómico este valor es insignificante, desde el ambiental resulta importantísimo.

También se mostraron resultados de un relevamiento de suelos, dentro de la cuenca del río Santa Lucía. En el mismo se encontró alta concentración de P en la capa de 0 a 2,5 cm, el 66% de los predios tenía valores superiores a 60 ppm. Por otra parte, al estimarse en estos predios la tasa de erosión anual con el modelo RENARE-MGAP, en el 53% de ellos se superó el límite máximo permisible (7 t/ha/año). Por lo tanto, el control de la erosión mediante "Planes de Uso y Manejo" que se pretende implementar próximamente resulta relevante.

## IMPACTO DE LOS PLAGUICIDAS EN AGUAS DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVO

Ing. Agr. (MSc) Diego Maeso, INIA

Se presentó un estudio de la cañada del Dragón, en Melilla, departamento de Montevideo. En esta cuenca, casi el 50% del área está destinada a cultivos frutícolas. Estimaciones hechas con el modelo Soilfung en base a datos reales de uso de plaguicidas en estos cultivos, indicaron que los niveles potenciales de metil azinfos y mancozeb en agua podrían presentar riesgo para los organismos acuáticos de la Cañada del Dragón en determinados periodos del año. También se presentaron resultados de un proyecto conjunto entre INIA, la DGSSAA y JICA donde se determinaron experimentalmente las pérdidas de plaguicidas por agua de escurrimiento. Se registraron diferencias importantes en la tasa de escurrimiento, esto en general coincidió con las propiedades fisicoquímicas de los plaguicidas.

Metil azinfos y glifosato mostraron la mayor tasa de escurrimiento y comportamiento diferencial según aplicación a suelo desnudo o con vegetación. Clorpirifos y endosulfán dieron valores de tasa de escurrimiento muchísimo menores que los plaguicidas anteriores. Mientras que fipronil y alfa cipermetrina no fueron detectados en los análisis (propiedades fisicoquímicas y dosis de uso). Otro tema importante estudiado fue la deriva de aplicación. Los resultados mostraron valores similares a los de la bibliografía. La deriva de plaguicidas registrada en los experimentos fue siempre superior al 5% en los primeros 10 metros del borde del monte y, aunque en un porcentaje bajo, también se detectó deriva de 30 a 40 metros del área tratada.

## MESA REDONDA

### Bernardo Bocking (Productor)

Expresó la importancia que tiene para los productores el conocer la realidad de lo que está pasando y como afecta lo que están haciendo. Esto permite realizar correcciones a tiempo y en forma para tomar las medidas correspondientes, o bien replicar lo que se está haciendo bien. Manifestó que la discusión ambiental en definitiva afecta a todo el sector productivo, porque hablar de sostenibilidad para un productor no es ser mejor o peor ecológicamente sino que también implica la sostenibilidad económica a largo plazo.

### Francisco Albisu (Productor)

Se refirió a que las instituciones más dedicadas a la investigación llegan a pocos productores, en relación a los esfuerzos que se hacen, expresando que si bien actualmente los productores lecheros de la cuenca del Santa Lucía están concientizados, el resto de los productores no están tan concientizados, por lo que se deben redoblar esfuerzos.



**Mariana Hill (RENARE)**

Entiende que el desafío del quinquenio es ordenar el tema del impacto ambiental del sector productivo. Para ello considera que se debe continuar desarrollando conocimiento científico para sustentar políticas públicas. Mencionó que se está trabajando en la cuenca del Santa Lucía, generando modelos que luego serán llevados a otras regiones. Indicó que los ministerios y organismos están trabajando en forma conjunta (MVOTMA, MIEM, OSE), para promover el tema de la calidad de agua como un tema de estado, que se está encarando con seriedad.

**Alfredo Blum (DINAMA)**

Indicó que para la DINAMA la calidad del agua de los cursos superficiales es una cuestión trascendente. Explicó que el rol del organismo es asegurar que la calidad del ambiente para toda la población sea la mejor y en eso están trabajando. A su vez, invitó a los participantes a trabajar en el plan de acción del Santa Lucía y Laguna del Sauce.

**Fernando García-Prechac (FAGRO)**

Expresó su preocupación por el tiempo de residencia de los sedimentos en la cuenca de Santa Lucía. Su hipótesis de lo que pasa en esa cuenca, y sobre todo en la cuenca del Canelón Grande, lo remite a la construcción de la represa en 1956, en una de las áreas con más erosión histórica y que continúa en el país. Por lo tanto, el lago funciona como una trampa de sedimentos; cuando pasa el agua lleva gran cantidad de sedimentos y por lo tanto, fósforo. Indicó que en toda la cuenca del Santa Lucía se produce sólo el 6% de los granos del país, la mayoría de los cuales no son soja y por lo tanto la imagen recurrente que se muestra en la prensa de un cultivo de soja como fondo, tiende a generar una

idea errónea de las principales causas del problema de eutrofización del agua de esta cuenca.

**Walter Baethgen (IRI)**

Manifestó que cree que se descuida demasiado frecuentemente la dimensión económica que el impacto ambiental tiene para Uruguay, basándose en la oportunidad que tiene el país para consolidar su desarrollo sostenible y acceder a nichos de mercado, como país "boutique". Este acceso permitiría lograr mejores valores al ofrecer productos inocuos, sin hormonas y producidos en condiciones ambientales buenas. Considera que alcanzar sistemas productivos agropecuarios uruguayos de bajo impacto ambiental sirve a todos, expresando la necesidad de tomar plena conciencia de la situación por parte de productores y público en general.

**José Terra (INIA)**

Entiende que está claro que Uruguay va a seguir siendo un país agroexportador y donde la meta se está poniendo cada vez más alta, requiriendo aumento de la productividad pero con productos de mayor calidad y con determinación de sus huellas ambientales. Por lo tanto, los recursos naturales donde se producen esos alimentos son estratégicos. Toda actividad agropecuaria tiene un impacto y lo importante es gestionar ese impacto para disminuir sus eventuales costos.

Manifestó que para conseguirlo se requiere del aporte de muchos actores, desde el sector académico, el sector productivo y desde el estado. Para intensificar los sistemas productivos con sostenibilidad hay que generar más conocimientos, ampliando la escala temporal de los trabajos, con plazos más largos y más estables, y analizar más sistemas productivos.

**Las presentaciones están disponibles en [www.inia.uy](http://www.inia.uy)**





# HACIA SISTEMAS PRODUCTIVOS MÁS SUSTENTABLES

## Reflexiones desde el proyecto “Co-innovando para el desarrollo sostenible de los sistemas de producción familiar de Rocha-Uruguay”

Ing. Agr. (Mag) María Marta Albicette, Lic. (PhD) Isabel Bortagaray, Ing. Agr. (MSc) Verónica Aguerre, Ing. Agr. (MSc) Santiago Scarlato

Programa Nacional de Producción Familiar

El avance hacia la sustentabilidad de los sistemas de producción necesariamente se debe apoyar en procesos de aprendizaje y cambio social. Desde los inicios del Proyecto “Co-innovando para el desarrollo sostenible de los sistemas de producción familiar de Rocha-Uruguay” en 2012, el componente “social” ha sido un elemento fundamental. Casi al culminar el proyecto, y luego de tres años de análisis y trabajo en esta área, se presentan algunos aprendizajes y reflexiones a partir de este camino recorrido, que quizás puedan resultar de utilidad para futuras iniciativas y proyectos de investigación-acción o para el desarrollo de un nuevo sistema de extensión enfocado a productores familiares de Uruguay.

Si bien el concepto de sustentabilidad comenzó a manejarse a partir del Informe Bruntland en 1987, todavía son escasas las publicaciones que refieran a planes, programas y proyectos que hayan realizado mediciones de sustentabilidad a nivel de agro-ecosistemas pediales o regionales. En dicho informe se define el desarrollo sustentable “...no como un estado de armonía fijo, sino como un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional son consistentes tanto con las necesidades futuras como con las presentes”<sup>1</sup>.

Los antecedentes encontrados se vinculan principalmente al componente económico-productivo de la sustentabilidad, en menor medida al componente ambiental/ecológico y mucho más escasos son los avances referidos a los procesos de cambio social vinculados a la sustentabilidad.

<sup>1</sup> Reporte de la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo: Our Common Future Bruntland, p.17.



Cuadro 1 - Metodología general de trabajo en los predios.

	Etapas de trabajo en el predio			
	Caracterización	Diagnóstico	Propuesta re-diseño	Implementación monitoreo y ajustes
<b>Trabajo conjunto productor-técnico*</b>	Inicio del vínculo, conocimiento mutuo. Explicitar objetivos familiares y prediales. Describir funcionamiento del predio. Reconstrucción y cuantificación de resultados que se vienen obteniendo.	Acuerdo en las fortalezas y en los aspectos de mejora (puntos críticos).	Acuerdo de un plan de mejora para el predio (re-diseño): 1) metas y cuantificación de resultados esperados, 2) etapas para implementación.	Puesta en marcha del re-diseño: 1) acompañamiento para la implementación, 2) monitoreo de resultados para toma de decisiones, 3) realización de ajustes de acuerdo al contexto.
<b>Características del vínculo productor-técnico</b>	Intercambio frecuente y regular con visitas mensuales. Relación horizontal, trabajando en base a consenso. Visión sistémica: el predio y la familia como un "todo". Discusión en base a información y números del predio. Manejo de varias alternativas. Proceso iterativo, considerando intereses, visiones y expectativas.			
<b>Monitoreo*</b>	Monitoreo de indicadores definidos con MESMIS. Observación participante. Entrevistas en profundidad.			

\*Estas actividades se apoyan en una fuerte interacción del técnico de campo con el equipo técnico inter-disciplinario.

Muchas veces los enfoques disciplinares tienden a excluir la multidimensionalidad que hace a la sustentabilidad. Por otro lado, los cambios a nivel de los resultados productivos-económicos y ambientales se analizan principalmente en base a indicadores de tipo cuantitativo y como los indicadores sociales son "difíciles de cuantificar" se van dejando de lado y se minimiza su importancia frente a los otros componentes.

La mayoría de los resultados "sociales" son principalmente cualitativos, refieren a procesos de cambio de las personas en sus prácticas, conocimientos y actitudes en relación a sus expectativas, la gestión de los recursos y las estrategias que se plantean para su vida; cuestiones complejas de evaluar y que además requieren abordajes que integren indicadores cuantitativos y cualitativos. La producción familiar pasa por las personas que están al frente de las unidades de producción, es decir los productores y sus familias. Querer entender un proceso de avance hacia la sustentabilidad, con decisiones y estrategias productivas, económicas y ambientales requiere entender los procesos de cambio social y aprendizaje de la unidad familiar en el medio rural.

Este proyecto involucró siete predios ganaderos familiares del este del país y tuvo como uno de sus objetivos

contribuir, desde la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a mejorar la sustentabilidad de los sistemas de producción familiar.

Se utilizó una metodología de investigación-acción participativa involucrando a productores e investigadores a lo largo de todo el proceso, tal como se explicara en otros artículos de la Revista INIA<sup>2,3</sup>. La metodología general de trabajo en los predios se presenta en el Cuadro 1.



<sup>2</sup>Un nuevo enfoque en los proyectos de investigación del Programa de Producción Familiar de INIA- Revista INIA, 2013, no.32, p.41-45

<sup>3</sup>El desafío para la ganadería familiar: ¿cómo aumentar producción e ingresos conservando el medio ambiente? - Revista INIA, 2014, N°:39, p.75-78





El abordaje de la dimensión social en el proyecto comenzó por recopilar la bibliografía existente sobre indicadores sociales y específicamente sobre los vinculados a medir la sustentabilidad a nivel predial. Se convocó a un taller donde participaron más de 60 profesionales del área social, para intercambiar y conocer específicamente cómo se estaban usando los indicadores sociales en el marco de investigaciones y otras intervenciones en el medio rural. A partir de estos insumos, el proyecto se propuso definir los indicadores sociales adecuados para evaluar la sustentabilidad de los siete productores familiares, contribuyendo a la producción de conocimiento sobre la temática.

El nivel de avance en la definición de los indicadores productivos, ambientales y sociales fue dispar y requirió tiempos distintos. La hipótesis principal sobre la que se basó el trabajo en los predios fue: "En sistemas ganaderos familiares es posible mejorar los resultados productivos y económicos, manteniendo o mejorando el estado de los recursos naturales, a partir del rediseño de los sistemas de producción, sin incorporar capital externo". Se asumía que al mejorar el ingreso y cuidar los recursos naturales habría una mejora desde el punto de vista social. Al seleccionar el enfoque de co-innovación se planteó una forma de abordaje predial y una metodología de trabajo específica que contiene el aprendizaje social como uno de sus pilares.

En una primera instancia se definió utilizar como marco de la evaluación el Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS). Esta metodología fue desarrollada para diseñar y definir indicadores para el manejo de los sistemas naturales, y ha tenido resultados destacables en la evaluación de la sustentabilidad en Latinoamérica y otras partes del mundo.

Complementando el MESMIS se combinaron dos técnicas: observación participante del trabajo en los predios

en momentos estratégicos y tres series de entrevistas en profundidad a los siete productores. En la primera ronda se definió el concepto de sustentabilidad con cada familia y se constató la necesidad de monitorear aspectos emergentes del área social que no se podían esclarecer sólo con un set de indicadores sociales predeterminado. La segunda ronda de entrevistas se destinó para analizar los hitos de cada familia, sus expectativas y rescatar los aspectos emergentes del proceso como por ejemplo transformaciones a nivel de prácticas, rutinas, actitudes, enfoques. Finalmente, en el tercer año se realizó una última ronda de entrevistas con el fin de entender la percepción de cada productor y su familia con respecto al proyecto, a los aprendizajes y cambios que han ocurrido y a los vehículos que han viabilizado tales procesos, junto con lo que ha quedado pendiente y los desafíos percibidos a futuro.

## SUSTENTABILIDAD

La mejora en la sustentabilidad familiar y predial implicaba, de acuerdo a lo mencionado por los propios productores, mejorar la calidad de vida de la familia, traducido en ingresos adecuados y estables a lo largo de los años; la mejora de la calidad del trabajo; contar con oportunidades para las nuevas generaciones; aumentar el tiempo de descanso y esparcimiento; mantener o mejorar los recursos naturales manejados. Si bien son varias las vías para lograr estos objetivos se coincide en la necesidad de trabajar en la organización y planificación del predio incorporando diversas tecnologías, así como en la necesidad de trabajar junto a otros (grupos de productores, técnicos, etc.).

## ASPECTOS CLAVE A CONSIDERAR

Se detectaron algunos aspectos, tales como: alto nivel de satisfacción con la calidad de vida, inadecuada organización del trabajo, disponibilidad de mano de obra familiar, nivel de conocimientos y habilidades mejorables, escaso uso de tecnologías de producción adecuadas, bajo grado de innovación, falta de planificación en el mediano y largo plazo. En este sentido, el proceso a nivel social finalmente se propuso contestar: ¿qué cambios a nivel de los productores familiares son necesarios y cómo se instrumentan para apoyar procesos sustentables a nivel productivo y ambiental?

## RESULTADOS

Hacia el final del proyecto, luego de tres años de trabajo conjunto, los siete predios aumentaron en promedio un 20% el porcentaje de preñez, un 22% la producción de carne y un 56% el ingreso neto, manteniendo los recursos naturales y en algunos casos mejorando levemente algunos componentes de la biodiversidad.

El énfasis de este artículo está en el análisis de los procesos de cambio social que vivieron los siete productores y que dan sostén a los cambios a nivel productivo y ambiental.

## Calidad de vida

Como caracterización de cada familia se definió el indicador de calidad de vida estructural, que procura describir el estado del acceso a los derechos básicos de las personas en el medio rural. En este sentido hay aspectos que exceden al proyecto y plantean problemáticas que entendemos son nacionales.

Se incluyeron aspectos que hacen a la estructura familiar, al sistema productivo predominante, a la propiedad de la tierra, a su trayectoria como productores, trabajo extra predial y otras fuentes de ingresos, características de la vivienda y del predio, acceso a distintos bienes y servicios y relevo generacional/sucesión, entre otros. Si bien el tema de relevo generacional no fue un punto crítico en el caso de los siete productores del proyecto de Rocha, lo destacamos porque en otros predios familiares es un punto de mucha relevancia en la sustentabilidad predial.

Al incluir el indicador calidad de vida subjetiva, su monitoreo indicó que todos los productores se encontraban y se encuentran muy satisfechos con su modo de vida. Al decir de algunos de ellos: *“Me gusta el entorno natural y familiar en que vivo”*. *“Tenemos libertad, flexibilidad y autonomía”*.

## Organización del trabajo

De las entrevistas emergió claramente que la organización del trabajo era un punto crítico relevante para el sistema y que los cambios implementados a nivel de los predios, fundamentalmente a nivel de organización y planificación predial, resultaron en una mejora en la organización del trabajo, siendo mencionado por los productores una *“menor carga de trabajo y una simplificación de las tareas”*.

Actualmente se está trabajando con la metodología de balance de trabajo para comparar la situación de un ejercicio agrícola típico previo al inicio del proyecto, con la situación en el último año de implementación del mismo.

## Aprendizajes y cambios

A decir de uno de los productores: *“Los aspectos más significativos del proyecto para mí, son la formación que se ha creado en los productores”*. Los principales aprendizajes destacados estuvieron relacionados con: (i) Nuevas pautas de manejo de pasturas, nuevas metas de producción que permitieron el entendimiento de la necesidad de ajustar la dotación y la relación ovino/vacuno y así mejorar el ingreso económico. Los productores mencionaron como hecho relevante: *“Saber trabajar con más pasto”*. (ii) La valoración y uso de nuevas técnicas para el manejo del ganado como la condición corporal, el diagnóstico de actividad ovárica, el destete temporario, la época y duración del entore. Los productores destacan: *“Tener mejor preñez y más producción”*. (iii) Incorporar la planificación, que per-

mite realizar tareas en forma más sencilla: *“Es más fácil el trabajo, hay menos complicaciones”*. (iv) Aprendieron a poner en práctica cambios apoyados por los técnicos en el predio: *“Que no todo se mejora con dinero”*, *“Agrandamos el predio porteras adentro”*.

Estos aprendizajes generaron diversos tipos de cambios, donde se resaltan: cambios personales (autoestima, confianza, actitud ante la vida), cambios en rutinas y prácticas productivas y de gestión, cambio de actitud hacia la conservación de recursos naturales, cambio de mentalidad (más abierto a consultar técnicos y a interactuar).

Un indicador cuantitativo utilizado dentro de esta temática fue el uso de técnicas sugeridas para ganadería, de acuerdo a lo presentado en la Figura 1.

## Planificación

Los productores plantearon mejoras a nivel de sus conocimientos y habilidades de planificación a mediano y largo plazo, vinculadas a su participación en el proyecto. Mencionan que el proyecto ha sido: *“Muy bueno en cuanto al ordenamiento y a la planificación”*, destacando que: *“Estamos trabajando en forma totalmente diferente a lo que acostumbramos, de tal manera que ahora nos animamos a seguir trabajando de la mejor manera posible”*.

Además explican que: *“Al llevar registros, pesar los animales, realizar diagnóstico, se puede planificar cómo manejar el pasto”* y sintetizan el concepto como: *“Tomar conciencia de donde se estaba, desde dónde se partía y luego tomar las decisiones hacia la meta a obtener”*. También señalan que esto permite: *“Visualizar y anticiparse a los problemas”*.



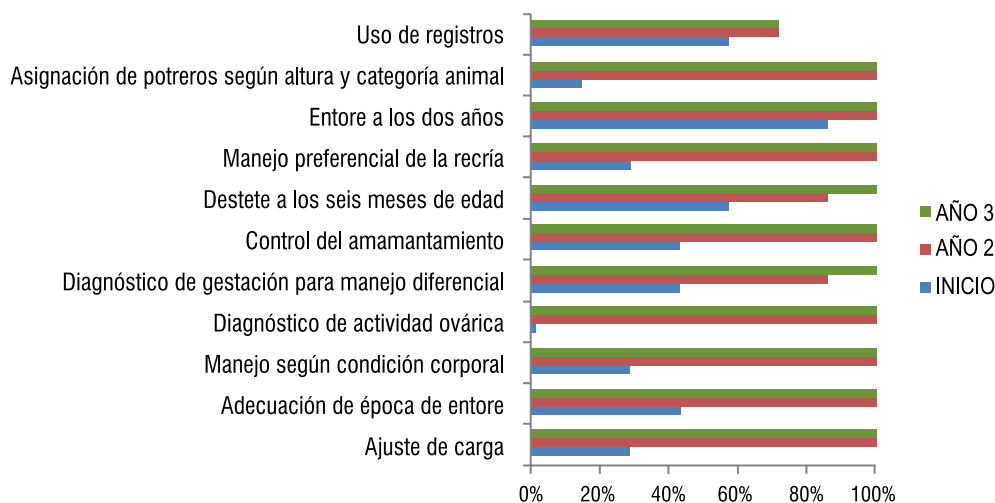


Figura 1 - Nivel de uso de técnicas sugeridas para la ganadería por parte de los 7 productores a lo largo de tres años.

### VÍNCULO PRODUCTOR-TÉCNICO COMO VEHÍCULO PARA LA INNOVACIÓN

Los resultados mencionados se lograron por la interacción entre los productores y los técnicos, principalmente a través del técnico de campo, por lo que se indagó en las características de este vínculo.

Seis de los siete productores del proyecto habían participado en proyectos previos vinculados a políticas públicas. Algunos de ellos consideraron esta participación en proyectos como hitos en su historia de productores. Sin embargo, todos fueron muy enfáticos en destacar la calidad del vínculo técnico-productor de este proyecto que permitió generar un espacio para procesos de cambio y aprendizaje.

Uno de los rasgos subrayados por los productores fue el trabajo del técnico en el predio con una visión sistémica del mismo, de acuerdo a los recursos, capacidades y expectativas de los productores y mediante un proceso iterativo y negociado. También se resaltó el hecho de que el vínculo fuera sostenido y regular en el tiempo, con visitas periódicas, siguiendo un plan acordado entre ambos, considerando la realidad del productor, sus objetivos y expectativas. Uno de los productores plantea: *“(el técnico) valora todo y no es alguien que te venga a obligar, todo lo que hemos hecho ha sido en consenso”*.

Muchos de los productores ya habían escuchado algunas de las propuestas tecnológicas y estrategias de gestión que han resultado claves en este proyecto.

El haber logrado su incorporación y uso se basó en varios elementos: la planificación, con metas y objetivos acordados entre ambas partes; un fuerte y estricto compromiso profesional y personal; un vínculo técnico-productor de calidad; el monitoreo regular y periódico en base a datos del predio, involucrando al productor para generar información útil para la toma de decisiones.

### REFLEXIONES FINALES

Si bien la base metodológica de co-innovación y las etapas cumplidas para la implementación del proyecto fueron clave para estos logros, consideramos fundamental el vínculo productor-técnico, en tanto este fue sustancialmente distinto al relacionamiento de tipo tradicional.

Este proceso de tres años es aún escaso y se requiere de más análisis, en más predios y con enfoques más específicos, pero sí se pueden sugerir algunos rasgos para una nueva forma de apoyar a la ganadería familiar. La metodología utilizada en este proceso ha generado lecciones muy relevantes que podrían ser consideradas en la construcción de un nuevo sistema de extensión para ganaderos familiares. Algunos aspectos claves tienen que ver con: intercambio frecuente y regular en base a visitas mensuales (acompañamiento); generación de confianza e involucramiento; relación horizontal, trabajando en base a consenso; visión sistémica: el predio y la familia como un “todo”; análisis de las decisiones y planificación basada en información y evidencia del predio y manejo de alternativas; proceso iterativo, considerando intereses, visiones y expectativas.

EQUIPO DEL PROYECTO: VERÓNICA AGUERRE, MARÍA MARTA ALBICETTE, ANDREA RUGGIA, SANTIAGO SCARLATO, ISABEL BORTAGARAY, MAURICIO BENVENUTO, ÓSCAR BLUMETTO, ROSSANA CANTIERI, GERÓNIMO CARDOZO, ANDRÉS CASTAGNA, PABLO CLARA, LILIANA DEL PINO, FELIPE GARCÍA, JUAN CARLOS GILSANZ, CAROLINA LEONI, SERGIO MONTALDO, GRACIELA QUINTANS, MARIANA SCARLATO, MARIANA SILVERA, GUADALUPE TISCORNIA, FRANCISCO VILARÓ, ALFREDO ALBÍN.





# PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE “EL NIÑO - LA NIÑA” Y LAS PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS

Ing. Agr. (MSc) Agustín Giménez<sup>1</sup>.  
Ing. Agr. (PhD) Walter Baethgen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad GRAS, INIA

<sup>2</sup>IRI, Universidad de Columbia

Con el objetivo de contribuir a una mejor entendimiento e interpretación del fenómeno “El Niño - La Niña” y de la información sobre Perspectivas Climáticas de Mediano Plazo elaboradas por instituciones nacionales e internacionales, elaboramos el siguiente documento de “Preguntas más frecuentes”.

Generalmente en el texto que presentan las instituciones que estudian el clima y que elaboran las perspectivas climáticas de mediano plazo se incluyen expresiones tales como:

“Para el siguiente trimestre en Uruguay se estima un 45% de probabilidad de que las precipitaciones estén en el tercil superior, un 35% de probabilidad de que estén en el tercil central y un 20% de probabilidad de que estén en el tercil inferior.

Esto indica una mayor probabilidad de que las precipitaciones acumuladas para dicho trimestre sean superiores a lo normal.”

“Hay un 80 % de probabilidad de que el fenómeno El Niño ocurra durante la primavera del hemisferio sur”.

“Dado la presencia del fenómeno La Niña, existen mayores probabilidades de que las precipitaciones estén por debajo de lo normal durante los meses de octubre, noviembre, diciembre en su conjunto”.

¿QUÉ ES UN “TERCIL”? ¿QUÉ ES “NORMAL”?

Consideremos por ejemplo los registros de 30 años de lluvias del mes de enero de una estación meteorológica (Figura 1).

Tomamos esos 30 valores de registros, los ordenamos de mayor a menor y luego los dividimos en 3 grupos de 10 valores cada uno. De tal forma quedan:

- Un grupo de más abajo conteniendo los 10 valores menores de precipitación, al que se le llama tercil inferior.

(a)		(b)		(c)		
Año	Lluvia (mm)	Año	Lluvia (mm)	Año	Lluvia (mm)	
1986	73.0	2005	202.1	2005	202.1	TERCIL SUPERIOR
1987	42.2	2006	201.3	2006	201.3	
1988	133.1	2014	195.6	2014	195.6	
1989	41.6	2001	178.6	2001	178.6	
1990	142.9	2015	150.0	2015	150.0	
1991	125.6	1993	148.3	1993	148.3	
1992	56.9	1997	147.4	1997	147.4	
1993	148.3	1990	142.9	1990	142.9	
1994	45.3	1988	133.1	1988	133.1	
1995	63.6	1991	125.6	1991	125.6	
1996	85.7	2008	109.8	2008	109.8	TERCIL CENTRAL ("NORMAL")
1997	147.4	1999	93.1	1999	93.1	
1998	87.5	2010	91.9	2010	91.9	
1999	93.1	2002	90.0	2002	90.0	
2000	35.4	1998	87.5	1998	87.5	
2001	178.6	2004	85.9	2004	85.9	
2002	90.0	1996	85.7	1996	85.7	
2003	47.2	2011	76.4	2011	76.4	
2004	85.9	1986	73.0	1986	73.0	
2005	202.1	2007	65.0	2007	65.0	
2006	201.3	1995	63.6	1995	63.6	TERCIL INFERIOR
2007	65.0	1992	56.9	1992	56.9	
2008	109.8	2013	47.7	2013	47.7	
2009	28.0	2003	47.2	2003	47.2	
2010	91.9	1994	45.6	1994	45.6	
2011	76.4	1987	42.2	1987	42.2	
2012	38.0	1989	41.6	1989	41.6	
2013	47.7	2012	38.0	2012	38.0	
2014	195.6	2000	35.4	2000	35.4	
2015	150.0	2009	28.0	2009	28.0	

**Figura 1** - Cómo se establecen los terciles.

- (a) Lluvia observada en enero en La Estanzuela en los últimos 30 años (1986-2015)
- (b) Lluvia observada ordenada de mayor a menor
- (c) Definición de los Terciles

- Un grupo de más arriba conteniendo los 10 valores más altos, al que se le llama tercil superior.
- Y un grupo en el centro conteniendo los 10 valores del medio, al que se le llama tercil central.

Comúnmente al grupo del medio o "tercil central" se le llama "NORMAL" dado que de alguna manera contiene los valores medios o promedios de todo el grupo de valores de los 30 años.

Consecuentemente, al tercil superior se le refiere como valores "por encima de lo normal" y al tercil inferior se le refiere como valores "por debajo de lo normal".

Es así que, generalmente, en la elaboración de las Perspectivas Climáticas de Mediano Plazo, se estiman las probabilidades del tercil central o "normal", del tercil inferior o "por debajo de lo normal" y del tercil superior o "por encima de lo normal".

En estudios del clima, incluyendo la determinación de estadísticas como los terciles, en términos generales se trabaja con períodos de 30 años o más.

### ¿QUÉ SIGNIFICAN LAS "PROBABILIDADES"?

La probabilidad de un suceso es la frecuencia con que ocurre el mismo al reiterarse repetidas veces. Por ejemplo, si tiramos una moneda al aire, la probabilidad de que salga

"cara" es 50% y la probabilidad de que salga "número" es 50% (mitad y mitad). La probabilidad de sacar un 4 al tirar un dado es 1 en 6 (seis números o caras del dado), o sea 1/6 o 16,7%. Esto sucede si la moneda o el dado son normales. Pero si por ejemplo el dado estuviera "cargado", la probabilidad de sacar un número cualquiera ya no sería 1/6 sino mayor o menor.

Lo mismo pasa con los "terciles" de precipitaciones o temperatura que se expresan en las perspectivas climáticas.

Si no existe ningún factor que afecte las probabilidades de que llueva más o menos que lo normal en los próximos meses, o de que las temperaturas en esos meses sean más o menos altas, cada uno de los terciles climáticos tiene la misma probabilidad de ocurrir (1/3 o 33%). Pero si hay algún factor que incide sobre el clima de una región en algún momento del año, como por

ejemplo el fenómeno de El Niño o La Niña, la probabilidad de ocurrencia de cada tercil puede cambiar. Por ejemplo, la chance de que en los próximos meses llueva más que lo normal puede ser 60% en vez de 33%.

Siempre las perspectivas climáticas se expresan como PROBABILIDADES. Jamás se expresa con total CERTEZA de que "va a llover más" o que "va a llover menos". Lo que se expresa es que hay mayores, iguales o menores probabilidades de que llueva más que lo normal, de que llueva menos que lo normal o de que llueva alrededor de lo normal.

Dado que hablamos de probabilidades y no de certezas, eventualmente puede ocurrir que lo más probable no suceda y que por ejemplo llueva menos de lo normal, aunque la probabilidad estimada para ese suceso (tercil inferior o precipitaciones por debajo de lo normal) haya sido baja.

### ¿QUÉ ES LO QUE SE ESTIMA?

Las estimaciones realizadas en las perspectivas climáticas que aquí se presentan son referentes al total de las precipitaciones o lluvias acumuladas en todo el período considerado, comúnmente un trimestre (tres meses) y a la temperatura promedio del aire en dicho período. No dan información para cada mes en particular. O sea que si las perspectivas indican mayores probabilidades de que las lluvias estén por encima de lo normal, eso no significa necesariamente que en cada mes llueva más que lo normal.

Podría ocurrir por ejemplo, que en un determinado mes del trimestre considerado llueva muy poco y muy por debajo de lo normal y en los otros dos meses llueva mucho, de tal forma que el total acumulado en los tres meses sea superior a lo normal para dicho trimestre.

### ¿LLUVIA POR DEBAJO DE LO NORMAL SIGNIFICA SEQUÍA?

Se definen varios tipos de sequías, siendo las más mencionadas la “meteorológica” (que generalmente refiere a lluvias por debajo de lo normal durante un período determinado, o a determinado tiempo sin lluvia), la “hidrológica” (que refiere a la disminución de la disponibilidad de agua en fuentes superficiales y subterráneas) y la “agronómica”. Desde el punto de vista de la producción agropecuaria, la sequía agronómica es muy relevante. Puede definirse como el déficit de humedad en el suelo para satisfacer las necesidades de crecimiento de una especie vegetal (soja, maíz, alfalfa, manzano, etc.) en cualquiera de sus fases de crecimiento. Consecuentemente, la sequía agronómica está determinada por varios factores tales como el tipo de especie vegetal y momento de desarrollo de la misma, el agua almacenada en el suelo, la temperatura del aire y las lluvias ocurridas, entre otros. Es así que las precipitaciones no son el único factor a considerar para determinar si hay sequía agronómica o no.

Es decir, el hecho de que llueva menos que lo normal en un trimestre no necesariamente significa que haya sequía agronómica. Más aún, el hecho de que un pronóstico climático indique una alta chance de lluvia en el tercil inferior (menos que lo normal), no debe interpretarse como un pronóstico de sequía para dicho trimestre.

### ¿QUÉ ES “EL NIÑO – LA NIÑA”?

El fenómeno conocido comúnmente como “El Niño” o más técnicamente como “ENOS” (El Niño / Oscilación Sur), refiere a cambios en las corrientes oceánicas en las costas de América y a la alteración del sistema global océano-atmósfera que se origina en el Océano Pacífico Ecuatorial (una franja oceánica cercana al Ecuador). Este fenómeno se presenta generalmente a intervalos de dos a siete años y se caracteriza porque la superficie del mar y la atmósfera sobre él presentan una condición anormal.

En general, la ocurrencia del fenómeno “ENOS” se diagnostica en base a la temperatura de la superficie de determinada zona del Océano Pacífico Ecuatorial. Cuando en dicha zona la temperatura superficial del océano se encuentra por encima de los valores normales (por ejemplo al menos 0,5 °C más caliente por 2 o 3 meses consecutivos), se diagnostica “EL NIÑO” y cuando la temperatura de la superficie del mar se encuentra por debajo de los valores normales, se diagnostica “LA NIÑA” (Figura 2).

En nuestro país, cuando ocurre el fenómeno de “El Niño” aumenta la probabilidad de que ocurran lluvias

por encima de lo normal en primavera y principios del verano (octubre, noviembre y diciembre). Cuando ocurre el fenómeno de “La Niña” sucede lo inverso, y existe mayor probabilidad de precipitaciones por debajo de lo normal en primavera e inicios del verano.

Cabe reiterar que lo expresado anteriormente es en términos de “probabilidades” y no de certeza absoluta. Es así que hay años diagnosticados como “La Niña” o “El Niño” en los cuales no se registraron precipitaciones por debajo o por encima de lo normal respectivamente.

### ¿CÓMO SE ELABORAN LAS PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS?

La comunidad científica ha avanzado mucho en la capacidad de predecir las temperaturas superficiales del Pacífico en la región de “El Niño”. Hoy existe una buena capacidad de pronosticar la temperatura del mar con 3 a 6 meses de anticipación.

Es así que, dado que en la actualidad se puede pronosticar bastante bien el fenómeno de “El Niño – La Niña”, y que el mismo afecta las condiciones climáticas de diferentes regiones del mundo, la comunidad científica de varios institutos internacionales de estudio del clima ha comenzado a elaborar “perspectivas climáticas”, basadas principalmente en dicho fenómeno, estimando probabilidades de tendencias climáticas y posibles escenarios de lluvias y temperaturas para los siguientes meses.

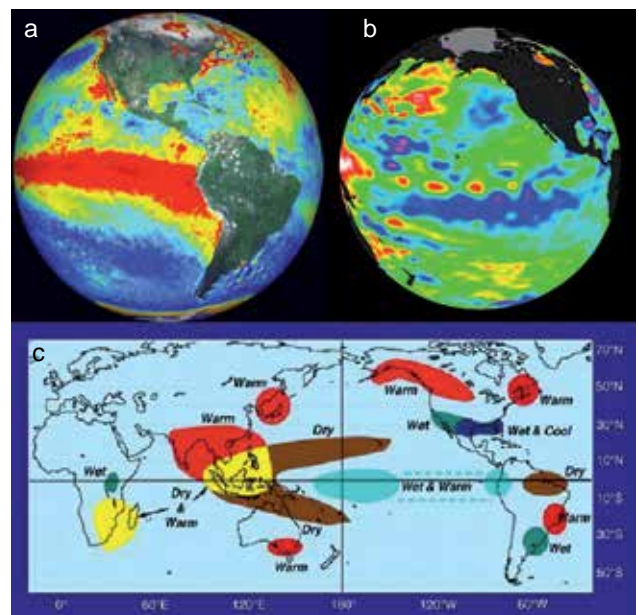


Figura 2 - Ejemplos de los desvíos de la temperatura del mar en el Pacífico Tropical en años de El Niño (a) y de la Niña (b). Impactos de El Niño sobre la temperatura y la lluvia de diferentes regiones del mundo (Ropelewski y Halpert, 1987). (c) Efectos típicos de años El Niño sobre temperatura y lluvia en diferentes regiones del mundo.



Octubre – Noviembre – Diciembre 2015

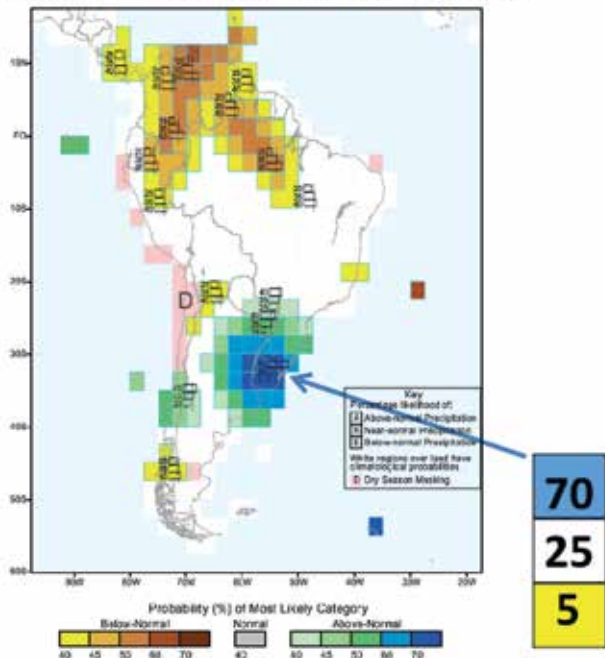


Figura 3 - Ejemplo de pronóstico climático. Pronóstico de lluvias elaborado en junio de 2015 para el trimestre octubre-noviembre-diciembre de 2015.

¿EXISTEN DISTINTOS TIPOS DE PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS?

El Centro Europeo de Pronósticos (ECMWF) publica diversos tipos de perspectivas. Una de las formas de expresión de las perspectivas climáticas elaboradas por este centro es, por ejemplo, decir que hay un 70-80% de probabilidades de que el total de lluvia en determinados meses esté por debajo del valor promedio histórico de la lluvia en esos meses.

Otro centro internacional muy reconocido en esta área es el Instituto Internacional de Investigación en Clima y Sociedad (IRI). Los pronósticos del IRI utilizan terciles (tal como se definieron en este documento). En los años en que no hay factores que cambien las probabilidades de ocurrencia de los terciles, las tres clases (o terciles) tienen la misma probabilidad de ocurrencia (es decir un 33% de probabilidad).

En algunos trimestres de algunos años y en algunas regiones, el pronóstico indica mayor probabilidad de alguno de los terciles.

Igual que en el caso anterior, el pronóstico climático no especifica en cual o cuales de los tres meses se espe-

ra que existan lluvias anormales y tampoco sugiere la magnitud de las lluvias. La razón por la que las perspectivas climáticas elaboradas por estos centros de primera línea internacional no mencionan estas cosas, es porque es científicamente imposible hacerlo. En la Figura 3 se presenta el pronóstico elaborado en junio de 2015 para la lluvia de octubre-noviembre-diciembre de 2015.

¿QUIENES ELABORAN LAS PERSPECTIVAS CLIMÁTICAS QUE DIFUNDE EL GRAS?

El GRAS difunde (no elabora) las perspectivas climáticas elaboradas por los siguientes centros internacionales de estudio del clima, reconocidos a nivel mundial, y grupos de especialistas nacionales y regionales reconocidos a nivel regional:

- Perspectivas climáticas nacionales (DNM-UDELAR), elaboradas por el Grupo de Trabajo en Tendencias Climáticas integrado por la Universidad de la República y la Dirección Nacional de Meteorología.
- Resultados de los FOROS REGIONALES de perspectivas para el SE de Sudamérica, integrados por especialistas representantes de los países del MERCOSUR.
- Perspectivas climáticas trimestrales y del fenómeno ENSO (El Niño-La Niña), elaboradas por el IRI de la Universidad de Columbia (EEUU).
- Perspectivas climáticas trimestrales realizadas por el European Center for Medium-Range Weather Forecasts de la Comunidad Europea.

VERDADERO O FALSO

Para Oct-Nov-Dic de 2015:

- X La lluvia será 70% más alta que el promedio histórico
- X Existe una muy alta chance de lluvias torrenciales, inundaciones, etc.
- ✓ La chance de que la lluvia sea mayor que lo "normal" es alta: más del doble que la chance histórica



# CUANTAGUA: SISTEMA WEB DE ESTIMACIÓN PERSONALIZADA DE AGUA EN EL SUELO

Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS)

## INTRODUCCIÓN

El CuantAgua es un sistema web de estimación personalizada de agua en el suelo, desarrollado por la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) de INIA, que tiene como finalidad contribuir en la toma de decisiones de productores, asesores técnicos y otros agentes públicos y privados vinculados al sector agropecuario.

Con su utilización, se puede lograr una “estimación” de la disponibilidad de agua en el suelo en chacras, predios y zonas de interés, permitiendo que el usuario incorpore información propia. Esta estimación debe considerarse “sólo con fines orientativos”. En caso de requerirse estimaciones precisas de agua en el suelo, se deberá utilizar metodología adecuada a tales fines.

## VARIABLES DE ENTRADA

Las variables de entrada consideradas en el sistema son las siguientes:

- 1) Capacidad de almacenamiento de agua del suelo
- 2) Último valor de agua disponible en el suelo
- 3) Evapotranspiración Potencial
- 4) Precipitación
- 5) Riego
- 6) Kc

A fin de lograr mayor precisión en la estimación, el usuario puede incorporar el valor de cada variable para el sitio de interés. De cualquier manera, se incluyen valores orientativos de gran parte de las variables de

entrada, para utilizar en caso de que el usuario no disponga de ellos.

## 1. Capacidad de almacenamiento de agua del suelo

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo es determinada por la capacidad de retención máxima de agua de cada tipo de suelo en la zona de actividad de las raíces.

Es así que varía con el tipo de suelo (estructura, textura, profundidad, etc.) y el tipo de cultivo o pastura considerada. Cada usuario puede disponer de este valor para su sitio de interés específico. Igualmente, y a título orientativo, se incluye un vínculo en el cual se presenta un mapa elaborado por la Dirección de Recursos Naturales Renovables del MGAP, donde se identifican áreas de Uruguay con rangos de valores de capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.

## 2. Último valor de agua disponible

Se refiere a la estimación del valor de agua disponible en el suelo al momento de utilizar el sistema para una nueva estimación.

Para realizar un seguimiento del agua en el suelo, se recomienda comenzar a utilizar el sistema inmediatamente luego de una lluvia abundante.

En tal situación se considera que el suelo estaría saturado (a capacidad de campo) y por lo tanto el valor a incluir en esta variable será igual al de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo (variable anterior).

## 3. Evapotranspiración Potencial

La “Evapotranspiración Potencial” o “Evapotranspiración de Referencia”, es la demanda de agua del suelo por parte de una pastura gramínea, cubriendo el 100% del suelo y en activo crecimiento. El método utilizado es el denominado Penman-Monteith (ajustado por Walter Corsi, para las condiciones de Uruguay).

Se incluye un vínculo para acceder a esta información en las bases de datos de las Estaciones Agroclimáticas del INIA, debiéndose seleccionar la más cercana al sitio de interés.

El sistema posteriormente corrige este valor por un coeficiente asociado al porcentaje de agua disponible en el suelo, considerando que los valores de evapotranspiración serán menores en la medida que el agua disponible en el suelo sea menor.

## 4. Precipitación

Es el total de lluvia ocurrida durante el período previo a la estimación que se quiere realizar.

Dada la gran variabilidad espacial de ocurrencia y volúmenes de las lluvias, resulta muy importante que este valor sea aportado por el usuario, en base a mediciones propias o a otras lo más cercanas posible al sitio de interés. El sistema emplea un coeficiente generado en INIA Las Brujas a fin de estimar la “lluvia efectiva” que se considerará como incorporada al suelo. Asimismo, cuando el valor de las precipitaciones no supera los 5 mm, el sistema descarta ese aporte de agua al suelo.

## 5) Riego

En caso de utilizar riego, se debe incluir aquí el valor del volumen de agua del o los riegos aplicados en el período previo a esta estimación. En caso de no aplicar riego, se deberá dejar este casillero en blanco o incluir el valor 0.

## 6) Kc

Como la “Evapotranspiración Potencial o de Referencia” (agregada previamente) se refiere al consumo de agua de una pastura permanente, debe realizarse un ajuste de la misma relacionado con el consumo de agua específico del cultivo de interés.

Este consumo de agua del cultivo varía a lo largo de su ciclo con respecto al de una pastura, superándolo en algunos periodos y estando por debajo en otros, dependiendo de su desarrollo fisiológico (implantación, vegetativo, reproductivo, etc.).

Es necesario entonces conocer el requerimiento hídrico de cada cultivo particular a lo largo de su ciclo, con respecto al de referencia (pastura). A la relación entre el consumo de agua de un cultivo y el de una pastura permanente se le denomina coeficiente del cultivo (Kc).

Si no se conoce el Kc del cultivo considerado, se presenta un vínculo en el cual se encuentra una tabla con distintos Kc de cultivos estimados en otras partes del mundo. En dicha tabla se observarán los estadios propuestos por FAO llamados Kc ini (desarrollo inicial), Kc med (demanda máxima) y Kc fin (maduración), con sus valores correspondientes.

En caso de no incluir ningún valor de Kc, se deberá dejar el casillero en blanco y el sistema tomará por defecto el valor de la “Evapotranspiración Potencial o de Referencia”.

## SALIDAS DEL SISTEMA

Las salidas del sistema son:

1. “Agua en el suelo” que es la estimación que realizó el sistema del contenido actual de agua en el suelo en mm.
2. “Porcentaje de agua en el suelo” que expresa la cantidad relativa (%) del contenido de agua del suelo esti-



mado por el sistema en relación a la capacidad potencial de almacenaje de agua de ese suelo.

3. “Precipitación efectiva” que es el valor de precipitación estimado por el sistema para incorporar al suelo.

4. “Evaporación del cultivo”, que es el valor de la evapotranspiración potencial de referencia corregido por el Kc del cultivo considerado, si es que se incluyó dicho coeficiente.

### EJEMPLO DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA

El sistema CuantAgua se encuentra disponible en la web de INIA, en el sitio de la Unidad GRAS dentro del ítem “Alertas y Herramientas”.

El acceso directo al CuantAgua es:

<http://www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS/Alertas-y-herramientas/cuantagua>

**Ingreso de información correspondiente a:**

Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	<input type="text"/>	mm
Último valor de agua disponible	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	<input type="text"/>	mm
Precipitación	<input type="text"/>	mm
Riego	<input type="text"/>	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	<input type="text"/>	mm

**Resultados estimados:**

Agua en el suelo	<input type="text"/>	mm
Porcentaje de agua en el suelo	<input type="text"/>	%
Precipitación Efectiva	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración del cultivo	<input type="text"/>	mm

**Mapa de capacidad de agua del suelo**  
**Capacidad de almacenaje de agua del suelo por grupo COMBAT**  
 La estimación realizada por el Sistema debe considerarse sólo con fines "orientativos". En caso de requerirse estimaciones precisas de agua en el suelo, se deberá utilizar metodología adecuada a tales fines.



Figura 1 - CuantAgua

**Ingreso de información correspondiente a:**

Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	<input type="text" value="120"/>	mm
Último valor de agua disponible	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	<input type="text"/>	mm
Precipitación	<input type="text"/>	mm
Riego	<input type="text"/>	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	<input type="text"/>	mm

**Resultados estimados:**

Agua en el suelo	<input type="text"/>	mm
Porcentaje de agua en el suelo	<input type="text"/>	%
Precipitación Efectiva	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración del cultivo	<input type="text"/>	mm

Figura 2 - Supongamos una chacra en el departamento de Soriano, en donde la “Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo” es de 120 mm.

**Ingreso de información correspondiente a:**

Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	<input type="text" value="120"/>	mm
Último valor de agua disponible	<input type="text" value="120"/>	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	<input type="text"/>	mm
Precipitación	<input type="text"/>	mm
Riego	<input type="text"/>	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	<input type="text"/>	mm

**Resultados estimados:**

Agua en el suelo	<input type="text"/>	mm
Porcentaje de agua en el suelo	<input type="text"/>	%
Precipitación Efectiva	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración del cultivo	<input type="text"/>	mm

Figura 3 - Supongamos el inicio del seguimiento del contenido de agua en el suelo, utilizando el sistema por primera vez 10 días después de una lluvia abundante. Suponemos que el suelo había quedado saturado con la lluvia, y por lo tanto el “último valor disponible” de contenido de agua en el suelo, será igual al incluido en “Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo” (120 mm).

**Ingreso de información correspondiente a:**

Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	<input type="text" value="120"/>	mm
Último valor de agua disponible	<input type="text" value="120"/>	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	<input type="text" value="55"/>	mm
Precipitación	<input type="text"/>	mm
Riego	<input type="text"/>	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	<input type="text"/>	mm

**Resultados estimados:**

Agua en el suelo	<input type="text"/>	mm
Porcentaje de agua en el suelo	<input type="text"/>	%
Precipitación Efectiva	<input type="text"/>	mm
Evapotranspiración del cultivo	<input type="text"/>	mm

Figura 4 - Para el dato de “Evapotranspiración Potencial” utilizaremos el que nos brinda la base de datos de INIA La Estanzuela, por ser la fuente más próxima al sitio de interés (Soriano). Se suman los datos de evapotranspiración diaria de dicha base de datos, para los 10 días considerados. Supongamos que ese valor nos da 55 mm.

Ingreso de información correspondiente a:		
Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	120	mm
Último valor de agua disponible	120	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	55	mm
Precipitación	35	mm
Riego		mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )		mm
<b>Resultados estimados:</b>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Borrar"/>
	<input type="button" value="Imprimir"/>	
Agua en el suelo		mm
Porcentaje de agua en el suelo		%
Precipitación Efectiva		mm
Evapotranspiración del cultivo		mm

Figura 5 - Consideramos que la precipitación acumulada ocurrida desde que el suelo quedó saturado hasta el día de hoy que estamos utilizando el sistema (10 días) fue medida con un pluviómetro en el predio y es de 35 mm.

Ingreso de información correspondiente a:		
Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	120	mm
Último valor de agua disponible	120	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	55	mm
Precipitación	35	mm
Riego	0	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )		mm
<b>Resultados estimados:</b>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Borrar"/>
	<input type="button" value="Imprimir"/>	
Agua en el suelo		mm
Porcentaje de agua en el suelo		%
Precipitación Efectiva		mm
Evapotranspiración del cultivo		mm

Figura 6 - Consideramos que no estamos aplicando riego por lo que ese casillero se deja en blanco o se incluye un 0.

Ingreso de información correspondiente a:		
Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	120	mm
Último valor de agua disponible	120	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	55	mm
Precipitación	35	mm
Riego	0	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	1.2	mm
<b>Resultados estimados:</b>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Borrar"/>
	<input type="button" value="Imprimir"/>	
Agua en el suelo		mm
Porcentaje de agua en el suelo		%
Precipitación Efectiva		mm
Evapotranspiración del cultivo		mm

Figura 7 - Consideramos que en la chacra hay un cultivo de maíz en estado de floración, para lo cual en la tabla que está en el vínculo se indica un valor de Kc de 1.2.

Ingreso de información correspondiente a:		
Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	120	mm
Último valor de agua disponible	120	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )	55	mm
Precipitación	35	mm
Riego	0	mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )	1.2	mm
<b>Resultados estimados:</b>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Borrar"/>
	<input type="button" value="Imprimir"/>	
Agua en el suelo	78.5	mm
Porcentaje de agua en el suelo	65	%
Precipitación Efectiva	24.5	mm
Evapotranspiración del cultivo	66	mm

Figura 8 - Los valores estimados por el sistema son los siguientes.

“Agua en el suelo” es 78,5 mm.

“Porcentaje de agua en el suelo” es 65%.

“Precipitación efectiva” considerada fue 24,5 mm

“Evapotranspiración del cultivo” estimada fue 66 mm

Si bien es recomendable ir guardando todos los resultados obtenidos, al menos el del “Agua en el suelo” lo debemos conservar a fin de incluirlo en la próxima corrida del sistema en el casillero “Último valor disponible”.

Ingreso de información correspondiente a:		
Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	120	mm
Último valor de agua disponible	78.5	mm
Evapotranspiración Potencial ( <a href="#">ver datos INIA</a> )		mm
Precipitación		mm
Riego		mm
Kc ( <a href="#">ver información de cultivos</a> )		mm
<b>Resultados estimados:</b>	<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Borrar"/>
	<input type="button" value="Imprimir"/>	
Agua en el suelo		mm
Porcentaje de agua en el suelo		%
Precipitación Efectiva		mm
Evapotranspiración del cultivo		mm

Figura 9 - Suponemos que pasaron unos días desde que se hizo la estimación anterior y se quiere realizar una nueva estimación del contenido de agua en el suelo.

En esta oportunidad, en el casillero “Último valor de agua disponible” ingresaremos el valor de “Agua en el suelo” obtenido en la estimación anterior, es decir 78.5.

# LA RED INNOVAGRO DISTINGUIÓ AL CRILU



## EL CONTEXTO

En su estrategia de internacionalización y articulación con instituciones referentes en el sector agropecuario regional e internacional, en el 2011 INIA se incorpora a la Red de Gestión de la Innovación en el Sector Agroalimentario (Red INNOVAGRO), la cual actualmente tiene 83 miembros (entre universidades, institutos y centros de investigación, instituciones públicas, fundaciones, empresas agroalimentarias, y demás) de 15 países de América Latina y España. La Red concentra acciones en 5 objetivos:

1. Incrementar la productividad y competitividad con el fin de contribuir al bienestar rural y a la reducción de la pobreza.

2. Seguridad alimentaria.

3. Mejorar las condiciones de acceso y uso del agua.

4. Innovaciones que contribuyan a la mitigación y/o adaptación del cambio climático.

5. Transferencia de conocimientos y tecnologías.

Con la concepción de que la innovación es el mejor camino para solucionar los grandes retos del sector agroalimentario, se otorga anualmente el Premio INNOVAGRO, al cual pueden postularse los miembros de la Red.

Este premio es una modalidad pública de reconocer la innovación, además de promoverla y celebrarla, valorando



el esfuerzo de empresas o instituciones del sector agroalimentario, por su aporte al fomento del desarrollo sustentable y a la mejora de procesos productivos del sector.

## LA POSTULACIÓN

INIA y CRILU consideraron al Premio INNOVAGRO como una excelente oportunidad para promover y potencializar el uso de esta herramienta de articulación de la innovación en nuestro país y en los países de Latinoamérica, ya que los objetivos del premio hacen a la razón de la creación y fines perseguidos por el CRILU.

De esa forma, en el mes de mayo se decidió postular al emprendimiento en la categoría Innovación Institucional para la edición 2015.

En este punto es importante recordar que dentro de las metas del CRILU, la principal es contribuir al desarrollo de una alternativa productiva que permita mayores oportunidades de desarrollo social y económico a cientos de productores laneros, así como a sus familias y colaboradores, por medio de la visión compartida de una alianza público-privada sin fines de lucro.

En la postulación se destacaron los principales resultados alcanzados y un capítulo de reflexiones finales condensando los primeros 5 años de vida y los ejes estratégicos que se plantean para los próximos 5 años del consorcio.

## EL RESULTADO

El 14 de agosto, INIA recibió la notificación que el CRILU había sido seleccionado como la innovación ganadora. El jurado estuvo compuesto por miembros de 5 países del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología Para El Desarrollo, CYTED. Al premio se presentaron 27 proyectos de 8 países (México, Argentina, Perú, España, El Salvador, Uruguay, Chile y Costa Rica).

De acuerdo con las bases del premio, los aspectos que fueron considerados para otorgar la distinción al CRILU consideraron:

- La contribución de la innovación a la solución de los retos que enfrenta el sector agropecuario.
- La cultura de calidad y el desarrollo de capacidades de los actores involucrados.
- La contribución de la innovación a la equidad y/o inclusión.
- El grado de originalidad de la innovación.
- El nivel o potencial de aplicación de la innovación hacia otros países o regiones.

- La disponibilidad para uso público.
- La generación de redes de valor.
- La colaboración entre actores y redes nacionales.
- El impacto de la innovación.

## LA PREMIACIÓN

El pasado 1 de setiembre en la ciudad de Santiago de Chile, se llevó adelante el Foro de Innovación Agraria y el seminario internacional de la Red INNOVAGRO, actividades organizadas por la Fundación para la Innovación Agraria (Chile), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (Argentina) y la propia Red Innovagro. El foco de esta actividad fue definido de la siguiente manera: "En la búsqueda de una mayor vinculación entre investigación y transferencia en los sistemas de innovación agroalimentarios".

En días posteriores (2 y 3 de setiembre) se realizó la "Ruta de la Innovación", donde los participantes visitaron centros de investigación, productores innovadores, experiencias asociativas exitosas y emprendimientos público-privados para el desarrollo sustentable del sector agroalimentario chileno.

La delegación de Uruguay que participó de estos eventos estuvo integrada por Lic. Sebastián Oviedo (INIA), Ing. Francisco Donagaray (CRILU) e Ing. Ignacio De Barbieri (INIA). Durante el desarrollo del seminario internacional, se realizó la entrega del premio INNOVAGRO y presentación de los proyectos ganadores. El caso del CRILU fue presentado por Donagaray y De Barbieri y comentado por el director de cooperación internacional del IICA, Dr. Salvador Fernández.

## UN BALANCE

La creación del CRILU, apostando a la producción, industrialización y comercialización de lanas ultrafinas, es un aporte para agregar valor a esos productos en la búsqueda de opciones para el desarrollo sustentable de la familia rural con un efecto de arrastre hacia toda la cadena textil.

Cerca de cumplir sus primeros 5 años de vida (sumados a los 10 años de su proyecto antecesor, el "Proyecto Merino Fino del Uruguay") el CRILU se encuentra realizando un análisis y evaluación de su actuación.

A continuación, compartimos algunos de los resultados que más nos enorgullecen:

- El haber generado, conformado, consolidado y estar desarrollando una innovación institucional en el sector agropecuario uruguayo, orientada a un sector de la sociedad ubicado en zonas de menor desarrollo socioeconómico relativo.

ENTRE OTROS OBJETIVOS, CRILU HA DESARROLLADO UNA ESTRUCTURA DE ALIANZA PÚBLICO - PRIVADA CON ALTA FLEXIBILIDAD, PARA EL DESARROLLO DEL AGRONEGOCIO DE LANAS ULTRAFINAS EN EL URUGUAY.

Este consorcio se basa en un modelo público-privado donde los actores contribuyen y complementan recursos y capacidades de forma planificada y organizada con objetivos y visiones comunes en la acción.

En este sentido queremos destacar: a) la visión compartida orientada a la demanda y construida sobre la base de alianzas horizontales y verticales entre actores públicos y privados, b) la capacidad de autofinanciamiento, c) el desarrollo de un esquema de gobernanza ágil, flexible, participativo y que se autoevalúa constantemente en busca de mejora continua, d) la capacidad incremental para articular con otros actores nacionales e internacionales, e) el contemplar y priorizar la regionalización y descentralización pensando en los sectores más rezagados del punto de vista socioeconómico en el rubro ovino, f) la creación de un nuevo producto (lanas ultrafinas) en un proceso que incluye la participación e involucramiento de todas las partes, y g) la visión holística que rompe con paradigmas clásicos de modelos de I+D+i.

- La evaluación y desarrollo de un agronegocio basado en la producción de fibras de alta calidad, en el que se destaca: a) la consolidación de la formación de un núcleo genético que genera, multiplica y distribuye genética ultrafina a los productores (miembros o no del CRILU), b) el desarrollo de esquemas tecnológicos, logísticos y comerciales innovadores que facilitan el proceso de llegada de este material genético a sus destinatarios, c) el disponer del esquema más avanzado de la región en tecnologías de mejora genética y disciplinas asociadas para la especie ovina aplicadas a escala comercial, d) el evaluar por primera vez en el Uruguay, la performance productiva y reproductiva de este biotipo animal en nuestras condiciones productivas y e) el disponer por primera vez en el país de coeficientes técnicos sobre la performance a nivel textil de estas lanas ultrafinas, incluyendo la aceptación del producto en los mercados de destino (ej. Europa).

- El haber contribuido proactivamente al desarrollo de un capital social en el sector agropecuario nacional. Esta afirmación se basa en: a) ejecución de intensas acciones de difusión de tecnología (productores, técnicos, estudiantes y trabajadores rurales), b) la utilización de diferentes esquemas interactivos para difundir el trabajo del CRILU (trabajo multiinstitucional), c) el apoyo y participación de campañas de promoción de la lana (apoyo a nivel de IWTO y acciones locales con “Viva la lana”), y d) el ser una plataforma de “aterriaje” de proyectos de investigación y desarrollo en productores familiares, artesanos, etc.

La generación de una innovación requiere, entre otros, compartir misión y visión estratégica, trabajo de equipo, trabajar en red, motivación, liderazgo, compromiso, capacitación, dedicación, y cariño por lo que se hace, en un proceso de construcción continua. Estamos en ese camino.

Para informarse con mayor detalle sobre la información presentada se recomienda la lectura de la Serie Técnica N° 217 de INIA y visitar la página web del CRILU ([www.crilu.org.uy](http://www.crilu.org.uy)).



# TALLER DE ANÁLISIS CONJUNTO DE INFORMACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN DE ARROZ



Ing. Agr. (PhD) Fernando Pérez de Vida  
Programa Nacional de Arroz

La actual coyuntura del sector arrocero uruguayo se caracteriza por unas cuantas luces de advertencia ante la degradación paulatina de la ecuación económica afectando al sector primario y por ende amenazando la integridad de la cadena. Estas luces amarillas no se traducen en una debacle general gracias a las fortalezas que aún perduran en la cadena y a la institucionalidad privada y estatal que le da soporte. Entre estas fortalezas, la integración técnico-económico-financiera se apoya en una extendida y fecunda recolección de información por parte de las empresas industrializadoras en aspectos técnicos de los cultivos de arroz a lo largo y ancho del país, abarcando su aproximadamente medio millar de actores.

En este accionar se apoya fuertemente, por ejemplo, la trazabilidad de cultivos -manejos y variedades incluidas- lo que vuelve a posicionar al agro como agro-inteligente, un carácter diferencial con relevante peso en el mercadeo actual de Uruguay. El arroz es un alimento esencial para casi la mitad de la población mundial -típico commodity en los mercados globales-.

La actual disponibilidad de información técnica en las empresas es un capital esencial para el análisis global de las mismas y sus productores, fundamentando así su continuidad en la producción. Su disponibilidad en larga data es un capital acumulado de gran valor para la realización de análisis con enfoques históricos. Y esta, nuevamente, es una característica que diferencia al sector arrocero uruguayo de la producción arrocera en otras regiones -cercanas o lejanas-.

Y sin dudas que estamos de moda. La visita de científicos y administradores de primera línea de GRISP e IRRI en el año 2012 al sector arrocero uruguayo abarcando sus sectores productivo, industrial y de investigación y su difusión en RiceToday (IRRI) bajo el título "Uruguayan Rice: the secrets of a success story" ha significado la frutilla en la torta a otros esfuerzos previos de visualización global de nuestra producción local.

En este contexto, surgen oportunidades para el trabajo colaborativo con grupos de investigadores internacionales que ven en nuestro país un caso de estudio de



extraordinario valor. Es así que en 2014, recibimos en el Programa Arroz de INIA desde CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, con sede en Cali, Colombia) la invitación para un trabajo colaborativo. El grupo de "Agricultura Sitio-Específica" (AEPS) de CIAT promovió la Iniciativa en Big-Data Analysis (análisis de grandes bases de datos) para el arroz de América del Sur.

La red de trabajo incluye el aporte de INIA a través del Programa Arroz y la Unidad GRAS, (información climática); del International Research Institute for Climate and Society (IRI Columbia University) liderado por el Dr. W. Baethgen en Uruguay.

Otros aportes locales lo constituyen la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) y representantes de la Gremial de Molinos (a través de algunas de sus empresas socias: Casarone, Glencore, SAMAN) y Coopar. Del ámbito externo se integraron investigadores de Chile, Argentina, Brasil, Colombia y USA. El financiamiento de esta iniciativa es del World Bank, contándose con la presencia de sus representantes los Dr. E. Fernandes y H. Kray. El grupo de 35 personas se reunió en INIA Treinta y Tres durante el mes de junio.

La constitución de este Taller de Análisis, se basó en los aportes metodológicos de los Dr. Daniel Giménez y Sylvain Delerce (CIAT) para el análisis de bases de datos hechos disponibles por los distintos grupos de investigadores o empresas. Estos datos son básicamente registros experimentales o de chacras, incluyendo medidas de manejo y variedades que se relacionan a las condiciones climáticas imperantes a lo largo de una serie de tiempo (por ej. 15 años en Coopar y SAMAN). Se hizo uso del enfoque Big Data y "minería de datos" que viene trabajando CIAT para organizar y analizar los datos de los cultivos comerciales de arroz, combinados

con información de clima (Unidad GRAS de INIA) y de suelo.

El propósito del taller fue difundir y promocionar el uso de las nuevas técnicas de análisis de información en agricultura. La variabilidad climática afecta los rendimientos y la competitividad de las empresas productoras de arroz, y se entiende que todavía existen márgenes de optimización de las prácticas de manejo en arroz, especialmente estudiándolas de manera "sitio-específica". Analizando las grandes cantidades de datos acumulados de cultivos comerciales, relacionados con información de estaciones climáticas, podríamos caracterizar mejor: a) la relación clima-planta y los principales factores limitantes; b) las prácticas de manejo con mayor eficiencia.

El objetivo incluyó que cada grupo aplicara las herramientas de análisis directamente a sus datos (aprender haciendo). Al final de la semana, cada grupo preparó un informe completo resumiendo los trabajos realizados, resultados obtenidos y su interpretación reflejando las capacidades adquiridas.

Esta experiencia abre importantes oportunidades futuras para el análisis de los sistemas arroceros de Uruguay. Su implementación en el universo de la producción nacional dependerá de la unificación de criterios entre los departamentos técnicos de las empresas para la colecta de datos de campo, relevantes en variables explicativas del rendimiento. Este desafío es de muy menor cuantía a otros que el sector ha enfrentado con inteligente unidad en pos del objetivo de incrementar oportunidades y competitividad de la cadena arrocerá uruguaya. Este próximo recorrido estratégico del sector lo posicionará seguramente como otro líder en la "agropecuaria-inteligente" del Uruguay del siglo XXI.



Taller de análisis de grandes volúmenes de datos comerciales de arroz. INIA Treinta y Tres 8-12 de Junio de 2015.

# TALLER SOBRE RECURSOS HÍDRICOS



a) Un primer día dedicado a recabar las necesidades de información, productos, etc. por parte de representantes del sector vinculado a la elaboración de políticas públicas en gestión de recursos hídricos. Se discutieron también los posibles desafíos a futuro, desde la perspectiva de las instituciones a las que representan. Durante esta jornada, representantes de la comunidad científica presentaron los enfoques de su investigación, los desafíos que visualizan para seguir trabajando y las oportunidades que identifican de colaboración con INIA.

b) Una segunda jornada de trabajo interno de INIA, dedicado a entender las demandas planteadas, discutir cómo desde la institución se puede responder a dichas necesidades y cómo se coordina con el resto de la comunidad de investigación en este tema.

En la primera jornada del Taller participaron, como representantes del sector de política pública en la materia, el Sub-Secretario del MVOTMA y los Directores de las cinco instituciones más importantes en la gestión de los recursos hídricos del país (DINAGUA, OPYPA, RENARE, DGSSAA, OSE). En todos los casos realizaron presentaciones muy ajustadas a los objetivos del taller, lo que ratifica el compromiso y la importancia que cada

Mediante una iniciativa del convenio INIA-IRI, en el marco del proceso de elaboración del nuevo Plan Estratégico Institucional de INIA, se desarrolló el Taller “Necesidades de investigación en recursos hídricos”.

Los objetivos planteados para esta actividad fueron los siguientes:

- Recabar las necesidades de conocimiento e información de actores relevantes en la elaboración de políticas públicas para la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional.
- Actualizar el conocimiento generado en el tema por parte de la comunidad académica, perspectivas y desafíos de la investigación a futuro (incluidos los proyectos del INIA vinculados con el tema).
- Analizar, por parte de integrantes de INIA, las necesidades planteadas por los diferentes actores clave, de manera de comenzar a delinear una agenda estratégica de investigación en este tema orientada a responder a las demandas detectadas.

Para lograr los objetivos planteados, el Taller se llevó a cabo en dos jornadas:



uno de ellos otorgó a esta actividad. Todas las instituciones fueron muy claras en expresar sus demandas de conocimiento para desarrollar políticas públicas bien informadas por la ciencia y la tecnología, y en explicar cómo INIA puede contribuir a lograr ese objetivo.

Esto refuerza el concepto que la articulación es uno de los pilares fundamentales en la gestión de los recursos hídricos, planteado por todos los representantes del sector público que participaron en esta actividad.

Durante esta jornada, representantes de grupos de investigación reconocidos por su trabajo en recursos hídricos (IMFIA-Fac. Ingeniería, CURE-Fac. Ciencias y Dpto. de Suelos y Aguas-Fac. Agronomía) también identificaron claramente los desafíos que visualizan en la investigación en este tema a futuro y las posibilidades de trabajo coordinado entre instituciones.

Esto reafirma la muy buena comunicación existente entre las instituciones públicas que gestionan los recursos hídricos y la comunidad de investigación y la muy buena disposición a trabajar articuladamente en un tema tan transversal y que requiere conocimiento integrado y multidisciplinario.

Como resultado, el convenio INIA-IRI entiende que el haber reunido en una instancia de estas características a actores clave del MVOTMA, del MGAP y de OSE, para plantear sus necesidades específicas de información para definir políticas públicas para la gestión de los recursos hídricos, no sólo es un hecho muy significativo por la relevancia de sus propios roles, sino que además permitió al INIA-IRI generar un material de gran valor para la definición de su agenda de investigación en el tema. La actividad resultó muy innovadora en su estructura de relevamiento de demandas del sector público, así como de gran utilidad para anticipar demandas del futuro, que es fundamental para un instituto de investigación como el INIA.

Asimismo, se considera que, en el marco del nuevo PEI institucional, la actividad aportó insumos para definir una agenda de investigación en este tema que sea elaborada contemplando las necesidades y demandas planteadas por los actores relevantes en la gestión de este recurso en los sectores público y privado, que se oriente a responder a los desafíos existentes y a anticipar los futuros, y que permita apoyar la toma de decisiones y la elaboración de políticas públicas en la materia.





# 2015: AÑO INTERNACIONAL DE LOS SUELOS

“Suelos sanos para una vida sana”



Comité Nacional del Año Internacional de los Suelos

Las Naciones Unidas declararon el 2015 como Año Internacional de los Suelos con el lema “Suelos sanos para una vida sana”, y encomendaron a la FAO trabajar para sensibilizar sobre el necesario manejo sostenible de los suelos para garantizar la seguridad alimentaria. Para desarrollar estas actividades, a nivel local se formó en Uruguay el Comité Nacional del Año Internacional de los Suelos integrado por FAO, MGAP, MVOTMA, UdelaR, INIA y SUCS.

Los suelos son la base de la generación de alimentos, combustibles, fibras y productos médicos, y son además esenciales para nuestros ecosistemas, en los ciclos biogeoquímicos de elementos como carbono, nitrógeno, etc., en el almacenamiento y filtración del agua, y en la resiliencia de los agroecosistemas ante inundaciones y sequías.

Debido a la deforestación, la erosión, la contaminación, el sobrepastoreo y el cambio climático, muchos suelos están en peligro.

El 33% de los suelos del mundo están moderada o altamente degradados y existen pocas posibilidades de ampliación de la superficie agrícola. De continuar así, la superficie global cultivable y productiva por persona será en 2050 sólo una cuarta parte del nivel estimado en 1960. Uruguay es un país con una muy importante área capaz de generar producción agropecuaria (17 millones de hectáreas), aunque el área potencial para cultivos no pasa del 25%. El 87% del área de Uruguay que ha sufrido algún grado de erosión y degradación se ubica en los suelos con mayor potencial agrícola.

La FAO ha puesto en marcha la Alianza Global del Suelo. De este acuerdo nace la Alianza Sudamericana del Suelo, de la cual forma parte Uruguay, y que junto a la FAO están trabajando para crear un plan de cinco años para contribuir a la recuperación de los suelos de la región.

Uruguay está en pleno desarrollo de una muy importante campaña de Conservación de Suelos, de la que se



destacan los “Planes de Uso y Manejo Responsable”, en los que FAO “ha puesto especial atención al proceso uruguayo porque es virtuoso y pionero en el manejo de suelos y en los procedimientos empleados”. La relevancia de este esfuerzo es aún más importante desde que los sedimentos que genera la erosión de suelos son los principales contaminantes de aguas superficiales, según un informe de FAO de 1997.

### **RESEÑA SOBRE LA RESPONSABILIDAD DEL ESTADO URUGUAYO SOBRE SUS SUELOS**

La preocupación por el estudio de sus recursos naturales y la formación de recursos humanos para su utilización productiva tuvieron en el país un impulso significativo con la creación de la Facultad de Agronomía (Fagro) en 1906, que pasó en 1908 a ser Instituto Nacional Agronómico. En 1914 se dividió en Fagro que quedó en la UdelaR y el Instituto Nacional Fitotécnico La Estanzuela, luego Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB), y recientemente INIA.

El Ministerio de Ganadería y Agricultura (MGA, hoy MGAP) creado en 1936, inició en los años 40 actividades en Clasificación y Conservación de Suelos. En función de informes de expertos internacionales se fundó el Programa de Estudio y Levantamiento de Suelos (PELS) en convenio con Fagro, en 1964, cuyo principal objetivo fue conocer y caracterizar en forma sistemática los suelos del país para la planificación de su desarrollo (por ej., la definición de los Suelos de Prioridad Forestal en 1988), y para ser base de la tributación a la tierra (impuestos como IMPROME y la actual contribución inmobiliaria rural, basados en el “Índice CONEAT”).

El MGAP fue encargado de regular la Conservación de Suelos y Aguas con fines agropecuarios, según la Ley No. 17667 de 1968, sustituida en 1981 por la 15239, hoy vigente con algunas modificaciones introducidas en 2008 y 2009. Esta ley establece que el MGAP es el responsable de formular las normas técnicas y de fiscalizar su cumplimiento, obligando a los tenedores de tierras a cualquier título y a los propietarios en forma solidaria, si no son los que las estén usando directamente.

Lo más novedoso de esta normativa es la obligatoriedad de presentar Planes de Uso y Manejo Responsable de los Suelos, usando la erosión estimada con el modelo USLE/RUSLE (usando el software gratuito EROSION 6.0 de Fagro) sobre la rotación y manejo de cultivos y/o pasturas y de manejo de suelos, cuyo resultado no puede pasar los niveles de tolerancia establecidos. Estos planes deben ser presentados por Ingenieros Agrónomos acreditados por el MGAP en base a un proceso de actualización y evaluación realizado por Fagro, en convenio MGAP-Fagro-Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay (AIA). En junio había 13160 planes presentados cubriendo 1.527.360 ha, realizados por 577 Ingenieros Agrónomos acreditados que representan más del 95% del área agrícola.

Todo este proceso requirió de tres años de difusión y participación de productores y técnicos, y significó el mayor esfuerzo de extensión en la materia conocido en el país, implementando así el objetivo estratégico definido por el MGAP de desarrollar políticas para el uso sostenible de los recursos naturales y adaptación al cambio climático.

### **PRINCIPALES HITOS DEL ESTUDIO DE SUELOS EN URUGUAY**

La enseñanza superior y la investigación en suelos en Uruguay comenzaron previo a 1910, con el Dr. K. Walther en Fagro. Culminado su posgrado en EE.UU., el Ing. Agr. C. Fynn fundó en 1940 el Servicio de Clasificación y Conservación de Suelos en el MGA y tomó la Cátedra de Topografía en Fagro. El mayor impulso ocurrió en la década del 50-60, a partir del informe del Dr. F.F. Riecken, consultor de FAO sobre reconocimiento y clasificación de suelos, del mapa general de suelos del Uruguay realizado por el Prof. Luis De León y el Ing. Agr. Oscar López Taborda para la CIDE y del Convenio MGA-Fagro (Udelar) para el desarrollo del PELS. Este generó la principal información sobre suelos que dispone el país: Mapa de Reconocimiento 1:1 Millón (1976), Clasificación de Suelos del Uruguay (1976) y la Cartografía CONEAT (1979, 2<sup>da</sup>. Ed. 1994). Esta última ofrece información oficial de suelos a cada padrón catastral del país. El índice CONEAT es, además, la variable más relacionada con el valor de la tierra.

En 1957 comenzó a dictarse en Fagro, el Curso de Edafología y en 1968 el Curso de Fertilidad de Suelos y el



dictado de Manejo y Conservación de Suelos. En los 60 un importante convenio con Iowa State University (EE. UU.), permitió a Fagro enviar a sus docentes a realizar posgrados en suelos y producción animal y recibir a profesores y consultores para el entrenamiento de trabajos de cartografía de docentes y técnicos del PELS, y consultores.

En el CIAAB se comenzaron los estudios de largo plazo en manejo de suelos ("Rotaciones Viejas", 1962) y de muchos otros en fertilidad de suelos aplicada a cultivos y pasturas, junto con los que se desarrollaron en Fagro por la Cátedra de Fertilidad de Suelos.

A inicio de los 80 se comenzó la medición de erosión en parcelas de escurrimiento en Suelos y Aguas-MGAP y en el CIAAB-MGAP, culminados en los 90 en convenio Fagro (Udelar) - INIA, que permitieron el desarrollo del Programa EROSION 6.0 en Fagro, usado en la elaboración de los Planes de Uso y Manejo Responsable.

Muchos otros importantes estudios siguieron a esos fermentales años 60. En las Estaciones Experimentales del CIAAB se establecieron sistemas de producción basados en el concepto de rotación de cultivos y pasturas atendiendo necesidades de información para guiar la fertilización de cultivos y pasturas. Hubo importantes aportes desde la Cátedra de Fertilidad de Fagro, en cuanto a las dinámicas del fósforo y el potasio, así como a la eventual necesidad de corregir la acidez en algunos suelos.

A partir de los 90, la investigación se enfocó en la reducción o eliminación de laboreo. En la EEMAC de Fagro comenzó uno de los experimentos de larga duración con énfasis en rotaciones con cultivos para grano. En INIA La Estanzuela se introdujeron cambios en los experimentos de larga duración y se comenzaron otros en INIA Treinta y Tres e INIA Tacuarembó en convenio con Fagro, sobre rotaciones de cultivos forrajeros y pasturas. En la cuenca lechera el tema lo comenzó Fagro con la ANPL y luego el Programa de Lechería del INIA incorporó la siembra directa al tambo de La Estanzuela.

Desde fines de los 90, los trabajos se han dirigido, además, a atender temas ambientales. Fagro y el IMFIA de la Facultad de Ingeniería comenzaron estudios sobre los efectos de la forestación en suelos y aguas, incluyendo estudios de larga duración en cuencas. Fagro e INIA han hecho importantes contribuciones sobre la dinámica del carbono del suelo en diferentes sistemas de producción. Fagro junto con Facultad de Química, INIA y ACA, realizaron estudios sobre residuos de agroquímicos en suelos, aguas y grano en arroz. Actualmente estas instituciones están realizando estudios sobre contaminación de aguas superficiales con sedimentos y fósforo, para conocer la contaminación de aguas superficiales en cuencas de todo el país y sus causas.

En 2004 comenzaron los programas de posgrado en Ciencias del Suelo en Fagro. En el mismo año se fundó la Sociedad Uruguaya de la Ciencia del Suelo (SUCS) que alberga la rama uruguaya de la International Soil Tillage Research Organization (ISTRO).

En 2014, la Fundación Lolita Rubial otorgó un Premio Morosoli Institucional a Fagro (Udelar), al MGAP y al INIA por el "Programa de Conservación de Suelos".

## DESAFÍOS A FUTURO

Asumiendo que se mantenga la colaboración y trabajo interinstitucional, a futuro se deberá:

- 1) Consolidar el servicio de Estudios Básicos y Caracterización de Suelos.
- 2) Asegurar la continuidad de la investigación en manejo y conservación de suelos.
- 3) Asegurar la formación de nuevos técnicos especializados, investigadores y docentes para toda la institucionalidad pública y privada, privilegiando la formación de posgrado.
- 4) Fortalecer las plataformas experimentales de largo plazo como soporte para la generación de coeficientes técnicos y conocimiento sobre relaciones causa-efecto y modelar la dirección productiva, económica y ambiental que toman los sistemas productivos.





# INIA EN EXPO PRADO



Este año el eje temático del stand de INIA en Expo Prado fue la celebración del Año Internacional de los Suelos, decretado por la UNESCO (ONU).

La propuesta constó de cuatro estaciones: en la primera de ellas se informaba a los visitantes acerca de la composición de los suelos y sus distintos perfiles.

En la segunda, se recreó un laboratorio de suelos mostrando en forma sencilla algunos de los análisis de rutina que allí se realizan (pH, contenido de fósforo y textura) y su utilidad para la toma de decisiones.

En otra estación se destacó la importancia de la investigación realizada en suelos en el país, y como la misma

ha ayudado a la definición de políticas públicas orientadas a la conservación de este recurso básico para la producción. Se mostraron imágenes y mensajes alusivos al ensayo de rotaciones de INIA, el más antiguo de Latinoamérica en manejo de suelos y rotaciones agrícola-pastoriles.

Por último, se montaron seis perfiles de los suelos más típicos de nuestro país, extraídos en las distintas estaciones experimentales. Sobre cada uno de ellos se representó un sistema productivo diferente asociado a cada tipo de suelo: ganadería extensiva, lechería, agricultura, forestación, arroz, horti-fruticultura.

Se instaló, además, una biblioteca para informar a los visitantes sobre el nuevo catálogo de información agropecuaria (AINFO) y criterios de búsqueda para acceder fácilmente a publicaciones.

ARU premió a INIA con la Mención Especial a la Propuesta didáctico-educativa y con el 2° premio en la categoría Organismos. Esto reivindica la apuesta institucional que procura acercar con mensajes claros información sobre la actividad agropecuaria, y de nuestra institución en particular, poniendo de manifiesto la vital importancia del sector para toda la población.

Se desarrolló un trabajo de equipo que cruzó a todas las regionales de INIA y posibilitó una propuesta integral, que refleja una manera de hacer y de sentir las cosas, con compromiso y sentido de pertenencia.



Ciclo de días de campo

## GANADERÍA FAMILIAR: + QUE UN NEGOCIO...



### PROYECTO MEJORA EN LA SOSTENIBILIDAD DE LA GANADERÍA FAMILIAR DEL URUGUAY

El porcentaje de procreo en el rodeo nacional continúa manteniéndose en índices que no superan el 65%, producto de las bajas tasas de preñez y de las altas tasas de pérdidas reproductivas.

Las causas de este resultado son múltiples, pero para lograr un entore exitoso resulta muy importante aplicar tecnologías de manejo apropiadas.

No solo es importante conocer estas herramientas y sus posibilidades de aplicación, sino también visualizar su impacto en predios familiares, contado por quienes toman las decisiones en el día a día.

En este ciclo de días de campo se podrá apreciar el caso de diferentes productores, comentando su realidad, en distintas regiones ganaderas del país. El objetivo es intercambiar experiencias con un sentido práctico, buscando aportar información para la toma de decisiones en la cría vacuna.

Información adicional y calendario completo de días de campo en [www.inia.uy](http://www.inia.uy) y [www.planagropecuario.org.uy](http://www.planagropecuario.org.uy)





## Catálogo de Información Agropecuaria



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

Es una herramienta de gran aporte para la comunidad científica, estudiantes, productores, técnicos y a la sociedad en general a nivel nacional y con proyección internacional.

Se trata de un sistema automatizado, muy ágil y práctico para la gestión de acervos impresos y digitales de bibliotecas que permite una mayor eficiencia en la gestión documental y una mayor visibilidad de los trabajos de investigación generados por los investigadores de INIA.

A través de una avanzada interfaz de búsqueda permite a los usuarios consultar y acceder en línea a la información disponible en las bibliotecas INIA. Al introducir un término o frase la consulta se ejecuta de forma simultánea en tres bases de datos

### BÚSQUEDA SIMPLE o BÚSQUEDA AVANZADA

- Colección documental: todo el acervo bibliográfico (impreso y digital) disponible en las bibliotecas INIA
- Producción científica: toda la producción técnico-científica de INIA. Ya sea editada por INIA o producción científica con instituciones externas.
- Colección de publicaciones seriadas: colección de títulos de revistas y existencias en las bibliotecas.

Este producto se ha logrado mediante un Proyecto de Cooperación Técnica firmado entre INIA y EMBRAPA (Brasil), para transferir el sistema Ainfo creado en el instituto brasilero a INIA Uruguay, así como la transferencia de *know-how* en relación a este software.





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



RED  
NACIONAL  
POSTAL

