



# Sumario



Foto de tapa: Clasificación del rodeo por condición corporal (Foto Irvin Rodríguez)

## INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

### JUNTA DIRECTIVA

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

**Ing. Agr. (Mag) Mariana Hill**  
MGAP - Vicepresidenta

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

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

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

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

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

Tel.: 2908 8482, Montevideo.

Edición: Setiembre 2018 / N° 54

Tiraje: 24.000 ejemplares.

Depósito legal: 371.006

Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.

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

Oficinas Centrales: 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° 54 / Setiembre 2018

### EDITORIAL

1

### INIA x DENTRO

- Mariana Hill: nueva vicepresidenta de INIA
- Directriz Estratégica Institucional: capacitación
- Acreditación de laboratorios en INIA La Estanzuela

2

4

6

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- Preparando el próximo entore
- Tratamiento selectivo para el control de la mosca de los cuernos durante el entore
- Castración de terneros
- El capital humano y la intensificación en el tambo

10

14

16

19

### PASTURAS

- La Regla Verde: una herramienta para el manejo del campo natural
- Determinación de taninos condensados en pasturas

24

28

### CULTIVOS

- Maíz: clasificación y usos potenciales
- Roya estriada de trigo

32

36

### HORTIFRUTICULTURA

- Avances en mejoramiento genético de tomate
- Los frutos cítricos: color, sabor y salud
- ¿Es posible la producción conjunta de vid y ovinos?

42

45

49

### FORESTAL

- Producción de etanol y coproductos con residuos forestales de pino

52

### SUSTENTABILIDAD

- Contribución para definir normas de aplicaciones en zonas periurbanas
- Primera cartografía nacional de zonas bajas

56

61

### SOCIO-ECONOMÍA

- Convenio: INIA - MIDES en el rubro ovino

65

### ACTIVIDADES

- Jornada Arroz 2018
- INIA en el Congreso de Apicultura

69

71

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.





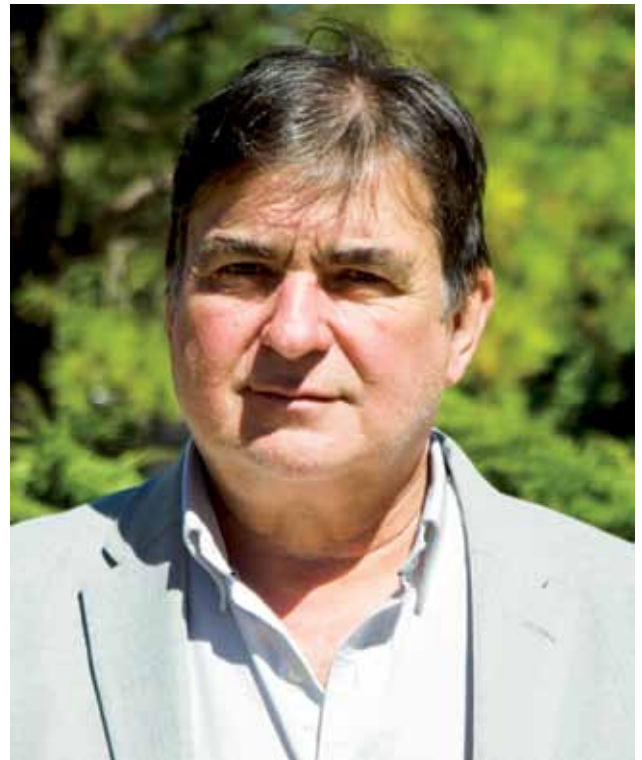
# EDITORIAL

En estos tiempos nos toca despedir de la Junta Directiva de INIA a tres grandes de nuestra rica historia: Álvaro Roel, Pablo Gorriti y Diego Payssé. Integraron una directiva junto a Mario García, Joaquín Mangado, Álvaro Bentancur, Pablo Zerbino y quien escribe esta editorial, que comenzó su actividad a inicios de 2012. El orientador indiscutido de este grupo fue Álvaro Roel, quien a sus condiciones de estrategia y gestor sumó las de un líder respetado y querido por propios y ajenos.

Esta Junta se caracterizó por fijar objetivos claros y compartidos. Se debía incrementar en forma significativa la calidad y cantidad de la producción científica y tecnológica y que esta llegara a los destinatarios. Para ello, se fijó una estrategia que comprendía la realización de procesos de evaluación y proyección basados en indicadores internacionalmente reconocidos y se establecieron metas. Esta estrategia supuso realizar una profunda reestructura, dentro de la cual la captación de talentos dentro y fuera de fronteras ocupó un lugar destacado. La mira estuvo puesta en conseguir la mejor gente posible para desarrollar con ella la mejor institución posible. Lógicamente que estos cambios de personas y de manera de trabajar provocaron ciertas tensiones, pero considero que hoy estamos en camino de lograr el objetivo. La cantidad de productos científicos y tecnológicos se duplicó en los últimos años.

La reestructura estuvo atada a un cambio sustancial en la manera de trabajar: hoy no es extraño para el visitante de INIA ver grupos de jóvenes desarrollando las actividades de investigación al máximo nivel. Se trata de los becarios de Maestría, Doctorado y Posdoctorado, que elevarán en el período al doble nuestra plantilla de investigadores. Orientados por los investigadores de INIA y otras instituciones, principalmente de UdelaR, son los que dinamizan nuestro sistema de investigación en las distintas áreas del conocimiento. No sólo son los ejecutores de los experimentos, sino que se transforman en los principales entendidos de sus temas de trabajo, son los que formulan preguntas que necesitan ser respondidas.

Otra de las orientaciones principales que marcó este periodo fue el trabajo conjunto con los demás organismos que integran nuestra institucionalidad agropecuaria. Hoy decimos con orgullo que hemos logrado un trabajo interinstitucional como no se había dado antes. Reconocemos el liderazgo en este tema de los ministros Tabaré Aguerre y Enzo Benech. La concreción de la puesta en funcionamiento de los Campus interinstitucionales de Tacuarembó y Treinta y Tres, que comenzó en la anterior Junta, es un hecho histórico para el Uruguay. Otro de los hitos lo marca la creación de la Plataforma de Salud Animal, deuda del país para con nuestra producción agropecuaria, y factor clave pensando en el potencial que tenemos como productores de alimentos de origen animal y por supuesto elemento indispensable para cuidar la salud de nuestra gente.



Dentro de esta reestructura, un objetivo central fue reforzar las actividades de transferencia. Entendiendo que este esfuerzo debe realizarse en conjunto con el resto de las instituciones, INIA impulsó algunos cambios. Se contrató un nuevo coordinador y siete referentes de los sectores, además de financiar 10 proyectos en temas de transferencia de tecnología. Estos son hechos sin precedentes.

Si bien esta Junta se preocupó mucho por el cuidado del gasto, como se señaló en la pasada editorial, ello no fue impedimento para la realización de inversiones de gran importancia. Se están creando y actualizando un conjunto de siete plataformas agroambientales para ensayos de largo plazo, que se ponen al servicio de la comunidad científica del país. Culmina este año la obra del Laboratorio de Salud Animal más importante de la región. Se realizaron obras para fortalecer los Campus y se puso en funcionamiento el primer tambor robotizado del Uruguay.

Como comenzábamos el editorial, queremos reconocer el esfuerzo desinteresado de nuestros compañeros de los que hoy nos despedimos, aunque continuarán siendo referentes al alcance de la mano. Creemos que es una buena oportunidad para homenajearlos a través de su obra, pararse un momento en el camino y valorar lo hecho. Son capital INIA y recurriremos sin duda a ellos para que sigan aportando a la institución con la capacidad y generosidad con que lo han hecho.

*D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto  
Presidente Junta Directiva de INIA*

# MARIANA HILL: nueva vicepresidenta de la Junta Directiva de INIA



Desde la Revista INIA mantuvimos una entrevista con la nueva vicepresidenta de la Junta Directiva, Ing. Agr. Mariana Hill, para conocer sobre sus inicios en la actividad agropecuaria, su trayectoria profesional, la vinculación con INIA y las expectativas en este nuevo cargo. Mariana fue designada por el Poder Ejecutivo, asumiendo plenamente su cargo en el pasado mes de agosto en sustitución de Álvaro Roel, quien llegó al cumplimiento del plazo en funciones como integrante de la Junta Directiva.

## EL VÍNCULO CON LA AGROPECUARIA

Si bien yo soy de Montevideo siempre estuve vinculada al campo; mi pasión por la agropecuaria surgió desde niña, cuando iba de vacaciones con la familia al campo. El contacto con la naturaleza me despertó la vocación y desde entonces había decidido estudiar agronomía. Una vez que egresé de la facultad fui a vivir a Soriano, al campo de la familia, donde inicié mi carrera profesio-

nal. En aquel momento, además, me dediqué al asesoramiento de establecimientos agrícolas y lecheros, haciendo ejercicio liberal en una región muy intensiva, que me permitió aprender mucho de la interacción con los productores.

A comienzos del 2000 estaba con ganas de cambiar de rumbo y visualicé una oportunidad de ingresar a la Facultad de Agronomía, di concurso y entré a trabajar en el Departamento de Suelos y Aguas. De esa forma comenzó mi carrera académica, en la Cátedra de Edafología. Fueron 7 años de gran aprendizaje, en los que además realicé una maestría en suelos.

En ese entonces, con un equipo, presentamos un proyecto FPTA a INIA para medir el impacto ambiental del cultivo de arroz. Ese fue un proyecto muy ambicioso, que me tocó liderar, y del que participaron 10 instituciones. Permitted generar información muy interesante y quien estaba en ese momento como presidente de la Asociación de Cultivadores de Arroz, Tabaré Aguerre, una vez que fue designado ministro en el 2010, en base a la relación que se había generado, me llamó para hacerme cargo de la Dirección de Recursos Naturales (RENARE) del Ministerio.

## LA ETAPA EN EL MINISTERIO

Permanecí ocho años en la dirección de la RENARE y en ese lapso se logró implementar la nueva política de conservación de suelos, un eje de trabajo que si bien consumió mucha energía y tiempo resultó muy satisfactorio. En ese periodo también se pudo promover la ley de riego, que marca la posibilidad de lograr un mejor acceso a fuentes de agua para promover el uso más generalizado del riego en pasturas y cultivos y potenciar rendimientos.

Entiendo que esa etapa en el Ministerio permitió definir políticas trascendentes para el manejo de recursos naturales en el país. Se logró fortalecer esa área clave para asegurar la sostenibilidad de la actividad agropecuaria, a través de una definición política fuerte, que jerarquizó y proyectó el buen uso de los recursos y la preocupación por mitigar el impacto ambiental de los sistemas productivos. Cuando nos miran de afuera reconocen el gran trabajo realizado, con un equipo muy comprometido, que logró sentar bases políticas sólidas en el manejo de recursos naturales.

## EL RELACIONAMIENTO CON INIA

Ya desde el Ministerio veníamos trabajando mucho junto con INIA, por lo que cuando me ofrecieron la posibilidad de venir a integrar la Junta Directiva sentí que seguía en la actividad como siempre. Es una oportunidad de continuar trabajando con énfasis en los recursos naturales, con gente con la cual ya desarrollamos muchos proyectos en conjunto, incluso hemos hecho publicaciones con varios técnicos de INIA que están en el tema suelos. Es un equipo muy solvente formado por Fernando Garcia en facultad, que fue el mentor de ese grupo.

Creo que mi especialidad en suelos me va a permitir en INIA tener una mirada transversal de los distintos sistemas de producción, por lo que es un espacio en el que me gustaría integrarme y aportar desde mi posición en la Junta. Pero, reitero, ya conocía a varios investigadores desde mi época en facultad, realizando trabajos en común, tengo antecedentes de muy buenos vínculos profesionales, por lo que me siento como en casa.

## VISION SOBRE EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES EN EL PAÍS

Han surgido buenas sinergias en lo que refiere a conservación de suelos en el país, con un equipo con sólidos conocimientos. De hecho, las nuevas políticas se pudieron promover porque el país tenía 60 años de trabajo acumulado, generando una información consistente y robusta.

La intención sería profundizar esas líneas de trabajo, estableciendo las mejores prácticas agrícolas, en base a experimentos de larga duración realizados por el Ministerio, INIA, la Facultad de Agronomía. El éxito en la implementación de una política y los resultados que genera están basados en los conocimientos que se posean, lo que afirma más la necesidad de fortalecer los equipos de investigación. En el caso de INIA ese fortalecimiento es en dos sentidos, atendiendo a la parte privada, por la demanda que existe de los productores sobre esta temática, pero también desde la parte pública para definir políticas sólidas, con base científica.

INIA tiene una trayectoria importante, y es destacable lo que ahora se está haciendo, por ejemplo, en calidad de aguas, formando un equipo con IRI, la Universidad de Columbia. Es una plataforma sobre calidad de agua e impactos ambientales del sector agropecuario que se está haciendo con visión de largo plazo. Este es un punto clave, para definir prácticas sostenibles a nivel productivo y que tiene alta sensibilidad social. Hoy no existe mucho conocimiento en el país, por lo que estratégicamente es trascendente fortalecer estas líneas de trabajo, con modelos ajustados para tomar decisiones de manera anticipada.

## LA PRIMERA MUJER EN LA JUNTA DIRECTIVA DE INIA

Tengo el orgullo de ser la primera mujer que integra la Junta Directiva de INIA, también me tocó serlo en la dirección de RENARE y lo entiendo como un desafío. Los cargos de gestión agropecuaria han sido, en general, tierra de hombres, pero la mujer va ganando espacios en el sector agropecuario, se nota en facultad, en las gremiales, en el propio INIA; tal vez es algo que debería haber ocurrido antes. En mi caso particular, asumo este rol desde mi experiencia en la gestión y en la investigación y es una excelente oportunidad para capitalizar, con capacidad de trabajo y compromiso.

Me parece importante impulsar desde la Junta Directiva propuestas para dar a conocer lo que se está haciendo en materia de cuidado ambiental al resto de la institucionalidad y a la ciudadanía en general. Existen distintos proyectos en curso sobre campo natural, biodiversidad, calidad de aguas y suelos, manejo de agroquímicos, distintas líneas para mejorar los impactos ambientales de la producción. Es importante difundirlo, hacer llegar la información a decisores, apuntalando lo que se ha denominado conciencia agropecuaria. En ese sentido, entiendo que puedo colaborar para lograr una comunicación interactiva entre distintos estamentos públicos relacionados a la temática.

Hoy existe una gran capacidad en INIA, complementada con UdelaR en las facultades de Agronomía y de Ciencias, y el complemento de algunas otras organizaciones, para generar información que contribuya a definir políticas de manejo de suelos, rotaciones, consolidando equipos y formando gente. Es una responsabilidad institucional y un lindo desafío.





# 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.

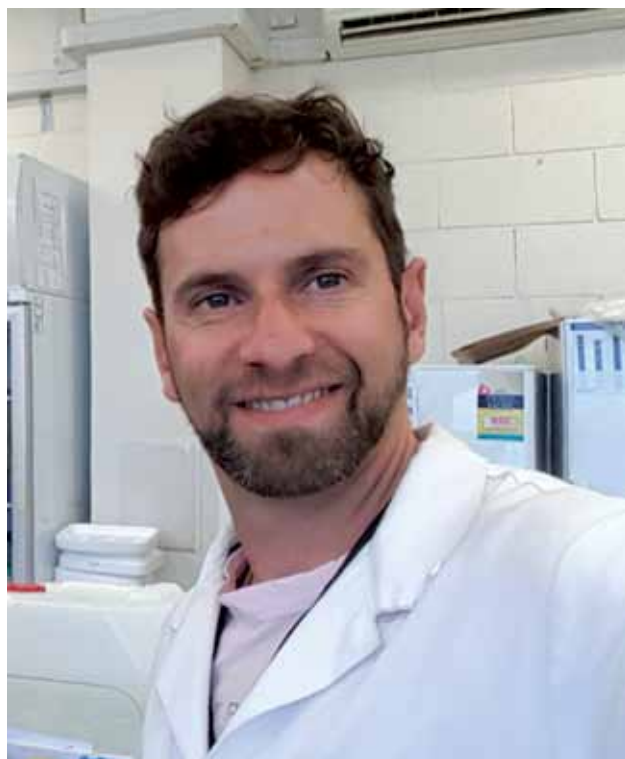
El instrumento para lograr este objetivo es el plan de capacitación de largo plazo, el que permite administrar la planificación y actualizar a los profesionales universitarios en centros de referencia internacional, como parte de una política consistente y sistemática de desarrollo del capital humano.

## Federico Rivas

En los últimos años ha habido una creciente inquietud a nivel mundial por el uso responsable de los recursos naturales, siendo la producción agrícola una de las actividades con mayor impacto sobre los ecosistemas. El uso indiscriminado de agroquímicos ha provocado problemas de contaminación ambiental importantes, así como el desarrollo de resistencia en poblaciones de insectos plaga y en patógenos vegetales. Por estos motivos, existe una creciente demanda por alternativas a la aplicación de químicos para el control de plagas y enfermedades, entre la que se destaca el “control biológico”.

Uno de los agentes de control biológico más utilizados contra insectos es *Metarhizium anisopliae*. Este hongo entomopatógeno fue originalmente relacionado al suelo y con capacidad de infectar a varios tipos de insectos. Adquirió reciente atención, al descubrirse también su facultad de asociarse a las raíces de las plantas, transfiriéndoles nitrógeno desde insectos infectados, lo que agregó una nueva característica de uso como biofertilizante.

El Programa Nacional de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental de INIA tiene como principal objetivo desarrollar o adaptar tecnologías para el manejo de los sistemas de producción promoviendo y valorizando el cuidado de los recursos naturales. Entre sus líneas de investigación se destaca el desarrollo de bioinsumos de uso agrícola en base a microorganismos benéficos que promuevan el crecimiento vegetal o que controlen poblaciones de insectos plaga y enfermedades. En este marco, el Bioquímico Federico Rivas Franco, Magister en Microbiología, realizó sus estudios de doctorado en la Universidad de Lincoln (Nueva Zelanda) bajo la supervisión de los doctores Travis Glare (Bioprotection Research Centre) y Trevor Jackson (AgResearch).



La línea de investigación en este programa de doctorado, así como el centro de estudios, fueron cuidadosamente seleccionados para que los resultados obtenidos tuviesen aplicabilidad en Uruguay. El objetivo general consistió en el desarrollo de una cobertura de semillas con una especie perteneciente a *Metarhizium* con capacidad endofítica y, por tanto, de asociación con plantas. Se buscó, además, que la asociación hongo-raíz brindara protección a la planta contra una larva de suelo, *Costelytra giveni* y contra un patógeno vegetal, *Fusarium graminearum*. Por último, para garantizar la sobrevivencia del hongo durante el almacenamiento y en la cobertura de semillas, se trabajó con estructuras de resistencia de *Metarhizium*, conocidas como microsclerocios.

En líneas generales, estos estudios permitieron comprobar que es factible aplicar microesclerocios de *Metarhizium* en una cobertura de semillas sin perjudicar el desarrollo vegetal o la asociación hongo-raíz que garantiza la sobrevivencia fúngica durante el desarrollo de la planta. La presencia de larvas infectadas con *Metarhizium* spp., así como la disminución de síntomas de infección con *F. graminearum* indican el potencial de esta tecnología para la aplicación de agentes de control biológico. Además, se observó que en presencia de larvas de *C. givoni* y/o de *Fusarium*, las plantas de

semillas con la cobertura fúngica presentaron un mejor desempeño que las plantas no tratadas, indicando además promoción del crecimiento vegetal.

Estos resultados demuestran el potencial de *Metarhizium* como bioinsecticida y biofertilizante, lo que permitirá brindar un nuevo tipo de bioinsumo para la agricultura conocido como semillas inteligentes. Estas actividades dan marco, además, a los acuerdos firmados entre INIA y los institutos de investigación, AgResearch (2011) y el Bioprotection Research Centre (2016).

## Rafael Narancio

Una eficiente producción ganadera y lechera depende mayormente del uso de pasturas mejoradas. La especie trébol blanco es uno de los principales componentes de estas pasturas en el Uruguay, y por lo tanto su mejoramiento es de alta relevancia.

En este contexto, el licenciado en Bioquímica Rafael Narancio realizó sus estudios de doctorado en Agribio, centro de referencia mundial en el área de la biotecnología agropecuaria, que depende de la Universidad de La Trobe y el gobierno del estado de Victoria (Agriculture Victoria), en Melbourne, Australia.

El proyecto se llevó a cabo bajo la supervisión del profesor John Mason, y del profesor Germán Spangenberg, científico uruguayo de referencia internacional en el área de la biotecnología y genómica aplicadas al mejoramiento de pasturas. El trabajo consistió en el desarrollo de líneas genéticamente modificadas de trébol blanco, con las características de senescencia retardada, tolerancia a aluminio y resistencia a virus AMV, con el fin último de mejorar la persistencia de la especie, limitante en la productividad de esta pastura.

El trabajo implicó la generación de líneas transgénicas mediante co-transformación con *Agrobacterium*, su caracterización molecular (inserción de los transgenes, número de copias y expresión) y el fenotipado de las plantas en condiciones de invernáculo, con métodos convencionales y análisis de imágenes.

Se confirmó la generación de 30 líneas transgénicas con los tres genes de interés insertados, y se identificaron eventos con senescencia retardada y potencial para tolerancia a aluminio, tolerancia a estrés hídrico y resistencia a AMV. Con la información generada en el proyecto se plantea seleccionar los 5 a 10 eventos más promisorios para el desarrollo de líneas con mayor per-



sistencia a nivel de campo. Esto involucrará la evaluación en las sucesivas generaciones, tanto en invernáculo como en condiciones de campo, de las líneas con mayor potencial agronómico y profundizar en aspectos moleculares, bioquímicos y de bioseguridad.

La capacitación en el desarrollo y evaluación de plantas genéticamente modificadas es considerada por el Programa de Pasturas y Forrajes de INIA como un insumo de gran significancia. El uso de la biotecnología aplicada al mejoramiento de pasturas permite generar herramientas para la búsqueda de soluciones a limitantes de productividad y calidad en las pasturas utilizadas en nuestro país.

# TRES LABORATORIOS EN INIA LA ESTANZUELA ACREDITARON SU COMPETENCIA BAJO LA NORMA DE CALIDAD ISO/IEC 17025



Darío J. Hirigoyen<sup>1</sup>; Andrea Cartaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Director Regional de INIA La Estanzuela

<sup>2</sup> Responsable de Calidad Laboratorios

## INTRODUCCIÓN

Tres laboratorios de INIA La Estanzuela alcanzaron en julio de 2018 la acreditación de sus Sistemas de Gestión de Calidad (SGC), siguiendo requisitos establecidos en la Norma UNIT-ISO/IEC17025 - Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Nos referimos concretamente a los laboratorios de: Calidad de Leche, Nutrición Animal y Calidad de Suelos, Plantas y Agua.

Este nivel de competencia técnica ha sido reconocido y garantizado por el OUA: Organismo Uruguayo de Acreditación el cual avala la fiabilidad de los resultados y aptitud y pericia de nuestra organización.

## ¿QUÉ ES LA ACREDITACIÓN DE UN LABORATORIO DE ENSAYO?

“La acreditación es un procedimiento por el cual un organismo autorizado otorga reconocimiento formal de

que una entidad es competente para efectuar tareas específicas de evaluación de la conformidad”.

## ¿PARA QUÉ EL INIA LA ESTANZUELA SE INVOLUCRÓ EN ESTE PROCESO?

La acreditación beneficia a la organización y a los usuarios, permitiendo determinar si se están efectuando los trabajos correctamente y de acuerdo a las normas apropiadas, proporcionando puntos de referencia para mantener la competencia. La evaluación regular por un organismo acreditador, donde se revisan todos los aspectos de las operaciones relacionadas con la producción continua, hace más adecuado y confiable los datos, robusteciendo nuestras líneas de investigación.

Es preciso entender que los ensayos y diseños de investigación llevados adelante por el INIA se basan en datos, resultados y mediciones proporcionados por estos laboratorios.





Un instituto de investigación debe brindar plena confianza de los resultados usados, siendo la base que respalde los ensayos experimentales llevados a cabo por los distintos programas, plataformas y unidades. El contar con ensayos acreditados es un sello de aprobación y/o reconocimiento internacional que da respuesta a clientes externos.

### ¿QUÉ LABORATORIOS ACREDITARON SUS ENSAYOS?

Los laboratorios de Calidad de Leche, Nutrición Animal y Calidad de Suelos, Plantas y Aguas. Estos laboratorios cuentan con una infraestructura apropiada, que abarca la estructura organizativa, los procedimientos, procesos y recursos, así como el conjunto de acciones sistemáticas necesarias para asegurar la confianza adecuada de que los indicadores y/o resultados provistos satisfacen determinados requisitos de calidad.

Estar acreditado significa haber alcanzado un nivel pre-establecido de competencia técnica para efectuar tipos específicos de actividades de evaluación de la conformidad. En este caso particular ensayos de: tierra fina/suelos, alimentos para animales y leche cruda y químicamente preservada (ver Tabla 1).

La meta alcanzada fue rendir un nivel de aseguramiento que demuestra que se es capaz de producir resultados correctos, trazables y reproducibles, que habilitan componentes críticos en la toma de decisiones de los usuarios.

**Tabla 1** - Alcance de la acreditación

PRODUCTO / MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO	RANGO	MÉTODO DE ENSAYO
Tierra fina/suelo	Determinación del contenido de carbono orgánico	0,4 a 5,6 g C/100 g tierra o suelo	ME-LE-su-01-V04 basado en Wright AF, Bailey JS. 2001. Organic carbon, total carbon, and total nitrogen determinations in soils of variable calcium carbonate contents using a Leco CN-2000 dry combustion analyzer. Communications in Soil Science and Plant. Analysis, 32: 3243 – 3258”, y se ha validado con base a “Norma ISO 10694. Soil quality-Determination of organic and total carbon after dry combustión (elementary analysis)
Alimento para animales	Determinación de contenido de proteína cruda por Kjeldahl	Proteínas: 3,9 a 51,5 % MSA N:0,624 a 8,24 g/100g MSA	Alimento para animales Determinación de contenido de proteína cruda por Kjeldahl Proteínas: 3,9 a 51,5 % MSA N:0,624 a 8,24 g/100g MSA ME-LE-na-10-V05 basado en “A.O.A.C. International (formerly the Association of Official Analytical Chemists). Official Methods of Analysis. Arlington, VA: AOAC International, 1995. Jones, J. Benton. Kjeldahl Method for Nitrogen Determination. Athens, GA: MicroMacro Publishing, 1991.”; y se ha validado con base a “International Standard ISO 5923 – 1:2005. Animal feeding stuffs – Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content.
Leche cruda y químicamente preservada	Recuento de células somáticas	100.000 a 1.000.000 células/mL	ISO 13366-2 IDF 148-2:2006 – Enumeration of somatic cells Part2: “Guidance on the operation of fluoro-optoelectronics counters”

## ¿QUIÉN REALIZÓ ESTA AUDITORÍA DE ACREDITACIÓN?

Fue efectuada por el OUA, organismo en el que ha sido delegada la función de acreditación en el Uruguay a través del Decreto 089/010. Cuenta con reconocimiento de ILAC, International Laboratory Accreditation Cooperation ([www.ilac.org](http://www.ilac.org)) desde 2010, e IAF, International Accreditation Forum ([www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)) desde 2011.

En las Américas, los organismos reguladores y las entidades gubernamentales confían cada vez más en los resultados de laboratorios acreditados para satisfacer sus requisitos obligatorios en áreas tan diversas como la seguridad alimentaria, la protección ambiental, y una variedad de otros productos y servicios.

## ¿POR QUÉ LA NORMA UNIT-ISO/IEC 17025?

Hasta 2017 cerca de 68.000 laboratorios de ensayo y calibración en todo el mundo se habían acreditado siguiendo la norma ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”. En un entorno cada vez más competitivo y exigente, al sector productivo y exportador de nuestro país se le impone con más frecuencia cumplir con requisitos para ingresar con sus productos en los mercados externos, siendo muchas veces la exigencia genuina y constituyendo otras veces barreras técnicas (o no arancelarias) al comercio.

A la fecha este estándar se ha convertido en un punto de referencia internacional para dirimir y establecer negocios entre organismos, clientes y gobiernos de todo el mundo, como forma de brindar garantías de la competencia técnica de los laboratorios que juegan un papel primordial en el comercio de productos, desarrollos y fabricación de mercancías, así como en la protección al consumidor.

## ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS PARA LOS USUARIOS DE CONTAR CON ENSAYOS ACREDITADOS UNIT-ISO/IEC17025: 2005?

Las ventajas de la acreditación se pueden apreciar en la ilustración de la Tabla 2.

## AHORA BIEN, ¿CUÁL HA SIDO EL CAMINO SEGUIDO EN INIA LA ESTANZUELA?

En julio de 2016 se conformó un grupo Coordinador Regional de Laboratorios (CORELA) integrado por 10 laboratorios y un Equipo de Calidad (EC), que ha venido coordinando acciones de implementación de la norma ISO 17025:2005.

En esos ámbitos de trabajo se establece la coordinación entre los laboratorios de La Estanzuela, con el apoyo de la Dirección Regional y la Administración, abocándose a: planificar, coordinar y supervisar el alineamiento de todos los laboratorios a la Norma ISO17025.

**Tabla 2 - Ventajas para los usuarios de la acreditación de los ensayos**










	Confiability	Garantizando la fiabilidad de los resultados y competencia técnica.
	Mejor aptitud del personal	Educando y capacitando el capital humano involucrado en los ensayos analíticos.
	Respuesta certera a los usuarios	Mediante la comparación de las aptitudes de los operadores.
	Identificación de problemas de los ensayos y mediciones	 Al contar con sistemas de registros confiables y trazables.
	Determinación métodos de precisión y exactitud	Al utilizar y seleccionar métodos y procedimientos de ensayos válidos y apropiados.
	Aseguramiento de los resultados emitidos	Utilizando materiales de referencia y participando en rondas de aptitud, llamadas también interlaboratorios, donde se comparan los datos.
	Apoyo en la toma de las decisiones de políticas públicas	 Utilizando resultados comparables con incertidumbres conocidas y reducidas.
	Equipo adecuado, calibrado y mantenido correctamente	 Mediante planes y cronogramas de mantenimiento y calibración.
	Mejora de desempeño	Mayor eficiencia en el control de calidad interno de los datos, modificación, calibración o reemplazo de equipos.



Foto 1 - CORELA, funcionando en dinámicas mensuales

Para avanzar en el proceso se requirió efectuar varias capacitaciones de las que participaron 61 funcionarios de la estación experimental procurando que todos conocieran la filosofía que se impulsaría.

### ¿CUÁL ES EL CAMINO POR EL CUÁL LLEGAN LOS LABORATORIOS A DEMOSTRAR SU COMPETENCIA?

Existen puntos considerados estratégicos al momento de demostrar la competencia de un laboratorio, que permiten comprobar que el proceso de análisis es seguro y trazable, demostrando la implantación de acciones planificadas y sistemáticas que proporcionan confianza.

Todos los equipos e instrumentos usados en los laboratorios son calibrados y verificados contra patrones de referencia con una frecuencia establecida. Se utilizan materiales cuyos valores están certificados, pudiendo establecerse la trazabilidad e incertidumbre que indica el nivel de confianza. Todos los integrantes están capacitados y sus competencias evaluadas periódicamente.

Integrantes equipo auditor	
Equipo auditor	Sitio de pertenencia
Andrea Cartaya	Equipo calidad
Claudia Fernández	Administración
Pierina Clerici	Lab. de granos
Sheila Vique	Administración
Silvana González	Lab. Semillas
Cecilia Monesiglio	Plataforma Salud Animal
Andrés Beretta	Lab. Suelos y Nutrición
Darío Hirigoyen	Dirección Regional
Martin Fraga	Plataforma Salud Animal

### ¿CUÁLES LABORATORIOS INTERVIENEN EN ESTE PROCESO?

Laboratorios integrantes del CORELA.	
Laboratorio	Participante
Apicultura	Gustavo Ramallo
Biotecnología	Monika Kavanová
Calidad de Granos	Daniel Vázquez
Calidad de Leche	Darío Hirigoyen, Andrea Cartaya
Calidad de Suelos, Plantas y Agua	Andrés Beretta* Daniel Bassahun
Entomología	Ximena Cibils
Fitopatología	Silvina Stewart
Nutrición Animal	María Cuneo
Semillas	Silvana González
Administración	Claudia Fernández
Secretaría de Dirección Regional	Karina Cabrera

\* Hasta alcanzar la acreditación participó Andrés Beretta quien no trabaja más en INIA por desempeñar tareas en la órbita del MGAP.

Se participa en actividades de inter-laboratorio y ensayos de aptitud, que permite ser evaluados con pares de todo el mundo. Se establecen programas de auditorías internas, que permiten detectar oportunidades de mejora y realizar correcciones. Los proveedores de insumos y servicios son evaluados para asegurar que cumplen con los requisitos exigidos por nuestro sistema y por la normativa internacional. Anualmente todos los laboratorios pasan por una instancia de revisión por la Dirección, que asegura la unidad, adecuación permanente y efectividad del sistema de calidad.

### AGRADECIMIENTOS

A la colaboración y compromiso del personal involucrado en el proceso de acreditación, así como al resto de los técnicos y personal de apoyo que integran los otros 7 laboratorios de la Estanzuela, y que dedican su esfuerzo contribuyendo con el sistema de gestión de calidad.

### BIBLIOGRAFÍA

Norma UNIT-ISO/IEC 17025:2005. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

Norma UNIT-ISO 19011 Directrices para la auditoría de sistemas de gestión.

Grochau, I.H.; Caten, C.S.; de Camargo Forte, M.M.. Accreditation and Quality Assurance, 1 April 2017, 22(2):57-62 Language: English. Springer New York LLC DOI: 10.1007/s00769-017-1248-x.

Facts and figures. International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) (2017) <http://ilac.org/about-ilac/facts-and-figures/>. Accessed 03 Aug. 2018.





# PREPARANDO EL PRÓXIMO ENTORE

Ing. Agr. (PhD) Jose Ignacio Velazco<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. (PhD) Graciela Quintans<sup>1</sup>,  
DMV Gabriel García Pintos<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Presidente del Grupo Cría

Se aproxima una nueva estación de cría para los rodeos bovinos por lo que nos parece pertinente repasar algunos conceptos útiles a la hora de servir con éxito las vacas y vaquillonas del rodeo. Vale la pena aclarar que el contenido de este artículo es orientativo y que se recomienda a los productores procurar asesoramiento para ajustar las sugerencias a sus casos particulares.

El invierno pasó y ha dejado secuelas en los rodeos que son variables a lo largo y ancho del país. Tenemos que recordar las condiciones climáticas en que se dio la parición 2017 y el servicio 2017/2018. La adversidad climática de ese período se hizo evidente en el estado corporal de las vacas al inicio del otoño, el menor peso

al destete de los terneros, una escasa posibilidad de acumular reservas de forraje para diferir y una proporción alta de ganados que al diagnóstico presentaron preñeces pequeñas (preñados sobre el final del entore). Este cuadro de situación ameritó en su momento que desde INIA se formularan algunas recomendaciones de cara al invierno. Todas ellas estribaban en la necesidad de ordenar el rodeo, de priorizar las categorías más jóvenes, redoblar los esfuerzos en la fase de recría y descargar los sistemas de animales en condición comprometida. Dicho de otro modo, la propuesta para el otoño - invierno (de acuerdo a la severidad de la seca de primavera - verano) fue preservar la maquinaria de producción de cara al servicio que está por comenzar.

El objetivo del presente artículo es hacer disponibles algunas alternativas tecnológicas generadas y/o adaptadas por la investigación nacional haciendo especial énfasis en los rodeos de cría y asumiendo un escenario productivo comprometido por las condiciones climáticas precedentes. Con la intención de facilitar la comprensión de las recomendaciones, éstas se agrupan cronológicamente.

### LOS PARTOS, PRIMAVERA DE 2018

En los rodeos en los que además de hacer un diagnóstico de gestación se identificó edad gestacional, o cabeza/cola de preñez, será sencillo saber qué individuos están próximos a parir y cuales parirán más tarde. Es clave determinar la condición corporal al parto y mantener, de ser posible, lotes con similares necesidades (dadas por la edad y condición corporal de las madres y la edad de los terneros). De esta forma se estará adelantando la clasificación de los rodeos para el servicio. Para los ganados que parirán más tarde este año, es muy probable que sea necesario intervenirlos para acortar el anestro posparto y así lograr buenos niveles de preñez.

### EL SERVICIO 2018/2019

De cara al servicio tendremos al menos 4 grupos de animales que requerirán tratamientos diferentes. Ellas son: las vaquillonas y vacas solteras, las vacas de primera cría o segundo entore y dentro de las multíparas, las paridas temprano (cabeza de parición) y las paridas tarde.



### VAQUILLONAS Y VACAS SOLTERAS

Para el caso de las hembras está muy bien documentado por nuestro equipo que su primer invierno (posdestete) es clave en la definición del potencial reproductivo. El invierno de 2017 habrá definido en gran medida el desempeño que observaremos en este servicio. Para orientar, podemos decir que las terneras que experimentan ganancias moderadas de peso durante el primer invierno de vida (10 kg entre inicio y final de invierno) serán mejores hembras de reemplazo para el servicio a los dos años. Si se fue efectivo en alcanzar ganancias moderadas durante el primer invierno, y se evitaron pérdidas de peso durante el segundo invierno, es dable esperar un adecuado desempeño reproductivo durante el servicio.

Aquí vale la pena resaltar que, si bien el primer invierno es el que mejor explica el desempeño reproductivo a los dos años, las condiciones de poco pasto de este invierno pueden haber comprometido la meta de evitar pérdidas de peso. Si la intención es sincronizar e inseminar esta categoría, la valoración objetiva de nivel de ciclicidad es altamente recomendable. Mediante esta valoración se clasifican los animales en función de su aptitud instantánea para la reproducción. Para ello, un palpador entrenado o un ecografista hacen la valoración de las estructuras ováricas identificando animales anéstricos y ciclando. En el caso de tener una alta proporción de animales ciclando, es posible sincronizar e inseminar los animales concentrando concepciones al inicio de la estación de servicio.







En caso de que la proporción de animales ciclando sea baja, deben contemplarse otras opciones de manejo que intenten inducir la ovulación (ej. Inseminación a tiempo fijo, incremento del nivel alimenticio, monta natural, etc.). Lo anterior aplica también a vacas que llegan al servicio sin cría al pie (solteras).

## VACAS DE PRIMERA CRÍA

Las vacas de primera cría son, en términos generales, las que registran los peores indicadores reproductivos por tratarse de animales que a la vez de sostener una gestación (la primera), deben seguir creciendo, producir leche y reactivar su actividad reproductiva. En situaciones ideales, intentamos que esta categoría llegue a la parición en condición corporal superior a las vacas multiparas. La recomendación que hicimos en otoño con relación a esta categoría (atención diferencial de las vaquillonas preñadas) promovía la priorización de estos animales a la hora de asignar recursos forrajeros. Si al parto la condición corporal es inferior a 4, el anestro posparto será tan largo que difícilmente se preñe en el siguiente servicio.

La alternativa tecnológica más adecuada para acortar el largo del anestro posparto en esta categoría en baja condición corporal es el destete precoz. Datos de la investigación nacional indican que, en años normales, un destete precoz realizado a vacas de primera cría paridas en condición corporal 4 o menos incrementa significativamente la probabilidad de repetir preñez si se realiza al menos 40 días antes de retirar los toros.

## VACAS ADULTAS (MULTÍPARAS) PARIDAS TEMPRANO

Si bien está reportado que en nuestras condiciones las vacas crecen hasta los 5 o 6 años, a los efectos del presente análisis asumiremos que los requerimientos para seguir creciendo son bajos después del segundo parto. La condición corporal al parto es también clave en vacas, ya que define la producción de leche durante la lactancia y el largo del anestro posparto. Las herramientas para acortar el anestro posparto en esta categoría están ampliamente documentadas por la investigación nacional. Los factores que lo afectan en mayor medida son: i) la condición corporal al parto, ii) la nutrición posparto y iii) el amamantamiento.

La condición corporal al parto viene dada por la condición corporal en el otoño anterior y la severidad de la pérdida de peso durante el invierno (ambas comprometidas por las características climáticas). La nutrición posparto estará determinada por la capacidad de ofrecer mejores pasturas, en cantidad y calidad, lo que también está fuertemente influenciado por el efecto año. El efecto del amamantamiento está compuesto por el efecto directo que ejerce el ternero al mamar (removiendo recursos en forma de leche materna) y el vínculo que se establece por la sola presencia del ternero al pie de la madre. Ambos efectos actúan de forma simultánea, dando una señal muy fuerte a la vaca que inhibe la ovulación.

A los efectos de acortar el anestro posparto, y teniendo en cuenta la condición corporal de las vacas, se puede interrumpir la lactancia de modo temporal o definitivo. La interrupción definitiva de la lactación no es más que el destete anticipado o precoz, mientras que la interrupción temporal se puede realizar mediante la colocación de tablillas nasales a los terneros por 11 a 14 días, o bien separándolos físicamente de las madres por un periodo similar. El destete temporario con tablilla nasal es una técnica sencilla y de fácil implementación en condiciones extensivas. La tablilla nasal se coloca en terneros de al menos 60 días de edad, por lo que el control al momento de la parición es clave para conocer la edad de los terneros. Durante el tiempo que se aplique la tablilla nasal, el ternero se mantiene al pie de la madre no requiriendo tratamiento diferencial. No es una técnica recomendada para vacas en baja condición corporal y correctamente aplicada incrementa la preñez entre 10 y 30 puntos porcentuales.

## VACAS ADULTAS (MULTÍPARAS) PARIDAS TARDE

En el caso de vacas que van a parir tarde, y que por ende tendrán menos tiempo para recuperarse y volver a ovular, las opciones se reducen. Una ventaja que podrían tener estas vacas es que al parto puede que hayan recuperado condición corporal (último tercio de gestación en primavera) lo que permitiría aplicar alguna



técnica de control de amamantamiento, en función de la condición corporal al parto y la disponibilidad de forraje posparto y durante el servicio. En esta categoría, y en este año en particular, el monitoreo de entore puede ser la herramienta de diagnóstico que defina la intensidad de la intervención necesaria para lograr preñar a las vacas. En esta categoría la carrera es contra el tiempo, por lo que una decisión tomada en forma oportuna puede definir el éxito o el fracaso medido en porcentaje de preñez.

El monitoreo de entore es un diagnóstico instantáneo que indica en qué estado relativo a su ciclicidad se encuentran las vacas. Debe realizarse temprano en el entore, de modo que una vez decididos a intervenir, la intervención se realice con tiempo suficiente para cosechar los efectos sin necesidad de extender el entore. Es así que, a través de una ecografía ovárica, se categorizan los animales en 4 estados: anestro profundo, anestro superficial, ciclando o preñado. La información de la investigación y de los datos presentados por los médicos veterinarios en el marco del Taller de Diagnósticos de Gestación, demuestra que la aplicación del destete precoz a vacas en anestro profundo y del destete temporal a vacas en anestro superficial, incrementa sustancialmente las probabilidades de preñez. Todo lo antes expuesto aplica previa valoración de la condición corporal, el estado de las pasturas y las perspectivas del clima.

Hasta aquí hemos desarrollado algunas consideraciones para el año en curso de cara al entore. Sin embargo, es importante remarcar que hay determinados manejos que deben realizarse rutinariamente. Entre ellos la selección, revisión y manejo de toros.

## SELECCIÓN, REVISIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS TOROS

A la hora de seleccionar reproductores (ya sea toros o semen para inseminación artificial) es altamente recomendable elegir individuos por sus datos objetivos. Para ello, en Uruguay disponemos de la estimación del mérito genético a través de la Diferencia Esperada en la Progenie (EPD o DEP por su sigla en inglés) para las razas mayoritarias del rodeo nacional. Esto permite comparar individuos de una misma raza criados en ambientes diferentes ofreciendo una predicción de las características que tendrá su descendencia. Algunas de las características que se evalúan son: el peso al nacimiento, al destete, a los 18 meses, aptitud carnífera, habilidad lechera y, más recientemente, peso adulto. De acuerdo a la combinación de características que necesitamos afectar será la elección, por lo que no existe un toro que sea mejor a todos. Recordemos que la intención del mejoramiento genético es mejorar más de una característica a la vez.

Previo al servicio es necesario conocer la aptitud de los toros con los que se va a trabajar. Esta tarea debe

realizarse con tiempo suficiente para poder tomar las decisiones de reemplazo a tiempo. La revisión del toro comenzará por la valoración de su estado corporal, siendo desaconsejable la excesiva preparación ya que el exceso de grasa puede actuar como inhibidor de la libido o afectar la fertilidad. También se revisará la dentición y visión, descartándose los individuos con lesiones o dentición incompleta, ya que se podría ver comprometido su desempeño durante el servicio.

Una vez evaluados físicamente, se realiza la revisión de los órganos reproductivos, descartando todo animal que presente patologías que comprometan su normal desempeño como reproductor. En los animales aptos físicamente se realiza el diagnóstico de enfermedades de la reproducción (a través de raspaje y análisis en laboratorio). Es altamente recomendable realizar una valoración de la calidad del semen, así como la aptitud de monta y capacidad de servicio. En lo que a preparación respecta, recordar que la espermatogénesis comienza 60 días antes, por lo que se sugiere que el manejo, tanto sanitario como alimenticio, se realice con suficiente anterioridad al servicio. Por más información contacte a su veterinario de confianza.

Para aquellos a los que le interese profundizar en los temas planteados u otros de cría vacuna, sugerimos las Series Técnicas 174 y 208 y las diversas cartillas que se pueden descargar desde la página institucional [www.inia.uy](http://www.inia.uy).





# TRATAMIENTO SELECTIVO PARA EL CONTROL DE LA MOSCA DE LOS CUERNOS DURANTE EL ENTORE

Cecilia Miraballes, Franklin Riet Correa

Plataforma de Salud Animal

*Haematobia irritans*, también conocida como “mosca de los cuernos”, es un ectoparásito que afecta ganado vacuno en pastoreo. Esta mosca causa irritación y disminución del tiempo de pastoreo y, en los toros, puede causar alteraciones del comportamiento reproductivo. Además de las pérdidas ocasionadas por esas alteraciones existen costos por tratamientos y mano de obra, que aumentan cuando la mosca adquiere resistencia a los insecticidas. La resistencia lleva a tratamientos más frecuentes, con la consiguiente presencia de residuos

en carne y leche que pueden ocasionar restricciones de mercados, si no se respetan los tiempos de espera.

Para disminuir el uso de tratamientos innecesarios es importante tratar a los animales solamente cuando el número de moscas es mayor de 200 por animal. En Uruguay, la mosca de los cuernos generalmente no excede este umbral, y si lo hace es por un periodo corto de tiempo. Además, la población de moscas no se distribuye de igual manera en todos los animales.



Entre el 15% y el 30% de los animales cargan más del 50% de la población de moscas. A su vez, los toros tienen más moscas que las vacas y existen vacas que son más resistentes y tienen menos moscas.

En INIA Tacuarembó se han realizado dos estudios recientes acerca del uso del tratamiento selectivo de los bovinos para el control de la mosca de los cuernos, obteniendo resultados favorables.

En el primer estudio se trató únicamente a los toros, durante la época de entore, con una caravana con diazinón al 40%. Este tratamiento resultó efectivo para disminuir la población de moscas en los toros durante todo el período de entore a niveles por debajo de las 200 moscas, y a su vez, disminuyó la población de moscas en las vacas no tratadas. Las vacas tuvieron, en promedio, 32% menos moscas que los controles no tratados.

En el segundo estudio se trataron durante el entore, con una caravana con diazinón al 40%, los toros y el 10% de las vacas que tenían más moscas que el resto del rodeo. Además de controlar las moscas en los toros y en las vacas tratadas, en las vacas no tratadas se observó una disminución del número de moscas del 47% en promedio.



Los resultados de estos trabajos muestran que, tanto el tratamiento selectivo de los toros, como el tratamiento de los toros más el 10% de las vacas con más moscas, durante la época de entore, es efectivo para disminuir la población de moscas en las vacas no tratadas del mismo rodeo.

Debido a estos resultados estamos recomendando tratar únicamente a los toros cuando el número de moscas al inicio de la temporada (noviembre-diciembre) es bajo, con menos de 200 moscas por bovino. El número de 200 moscas puede ser estimado cuando las mismas ocupan una superficie equivalente a dos palmas de mano en las cruces del animal.

Cuando la población de moscas es mayor, se recomienda tratar a los toros y al 10% de las vacas. Es importante señalar que en Uruguay el entore coincide con la mayor población de mosca de los cuernos, por lo que se recomienda tratar en este periodo, aplicando las caravanas entre noviembre y diciembre y dejándolas durante 4 meses. Este tipo de tratamiento disminuye los costos, mantiene la población de moscas por debajo del umbral recomendado para tratar, disminuye la contaminación ambiental y evita la presencia de residuos en la carne.





# CASTRACIÓN DE TERNEROS

## ¿Cuál es el impacto en el desempeño productivo, en el comportamiento y en el nivel de cortisol del ternero?

Dra. María Eugenia A. Canozzi<sup>1</sup>,  
Dra. América Mederos<sup>1</sup>, Dr. Júlio O. J. Barcellos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Producción de Carne y Lana  
<sup>2</sup>NESPro/UFRGS, Brasil

La castración, independiente de la especie, es un procedimiento muy doloroso y por ende un problema de bienestar animal. Para los productores, la castración es un procedimiento no agradable pero necesario, ya que los animales castrados resultan con una mejor calidad de carne (mayor marmoleo y terneza) y son más fáciles de manejar que animales enteros, mientras que, para la sociedad, es un procedimiento doloroso e innecesario. A diferencia de lo que sucede con las mascotas, el manejo del dolor en el ganado bovino es generalmente inadecuado.

Esto se debe, por un lado, a la dificultad para identificar el dolor en esa especie y, por otra parte, al desconocimiento de que los animales son capaces de sentir dolor.

### FUNDAMENTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA

Uruguay es un país que depende económicamente del crecimiento de las exportaciones, siendo las exigencias de los consumidores las que marcan la dirección de la producción. La sensibilización sobre el bienestar de los animales productivos se ha consolidado mundialmente y hoy es un elemento importante de presión para el sector ganadero. De acuerdo con el denominado principio de las cinco libertades, existente desde 1965, el bienestar queda garantizado cuando se cumplen cinco requisitos y dentro de ellos el que se vería afectado en este tipo de manejo es: una prevención adecuada y/o un diagnóstico y tratamiento rápidos del animal para evitar que el mismo sienta dolor, sufra de lesiones o enfermedades.

El ganado vacuno puede experimentar dolor como resultado de patologías y de algunas prácticas de manejo. La práctica de castración de los machos ya sea cortando los cordones espermáticos (castración quirúrgica) o suprimiendo el flujo de la sangre (castración incruenta), induce un dolor caracterizado en dos fases: una fase inmediata y una fase inflamatoria prolongada que surge principalmente debido al daño tisular.

La castración es una práctica rutinaria en todo el mundo, con el objetivo de prevenir la reproducción no deseada; reducir el comportamiento agresivo, consecuencias heridas y conductas de monta; y producir productos de mejor calidad. El método de castración varía entre regiones y sistemas de producción. Sin embargo, la forma comúnmente realizada por los productores uruguayos es el método quirúrgico, sin anestesia, realizado al destete (6-7 meses de edad).

## ESTUDIOS EN EL MUNDO

Desafortunadamente, la literatura no ha sido consistente y concluyente sobre qué recomendación debe ser transferida a los productores y profesionales. Las preguntas frecuentes serían: ¿hay un método de castración de terneros que sea menos doloroso? o ¿cuál es el protocolo analgésico más eficaz para disminuir el dolor de esta práctica? Es debido a esto y a la relevancia del tema para la sociedad y la cadena cárnica en particular, que intentamos sintetizar los resultados experimentales disponibles sobre los efectos de la castración en la concentración de cortisol, ganancia de peso y expresión de dolor a través de la vocalización en ganado vacuno hasta un año de edad. Para eso utilizamos una herramienta conocida como revisión sistemática-meta análisis.

### ¿PORQUÉ ESOS INDICADORES?

Cuando se evalúa bienestar animal a nivel de investigación se utilizan indicadores productivos, de conducta, fisiológicos y sanguíneos. En nuestro estudio se midió:

**1) Ganancia media diaria de peso.** Los parámetros de producción no reflejan el dolor experimentado por el ganado en el momento de la castración, pero pueden tener efectos negativos en la ingesta y en la performance. La evaluación de este parámetro es crítica para la investigación en bienestar animal y a su vez es relevante para los productores.

**2) Vocalización.** La respuesta vocal es una fuente de información más fidedigna sobre la experiencia de los animales que otros indicadores de dolor. Además, el estudio de esta conducta no es invasiva. Sin embargo, hay que tener un entrenamiento de observadores con criterios específicos. En el futuro estas medidas podrían ser automatizadas para mejorar el valor científico del comportamiento evaluado.

**3) Concentración de cortisol.** Esta hormona se ha utilizado ampliamente para evaluar el bienestar de animales productivos, siendo un indicador general de estrés, que se libera en la sangre como respuesta al mismo.

## NUESTROS RESULTADOS

En nuestro estudio fueron considerados 26 ensayos: 13 realizados en Norte América, cinco en Sudamérica

(todos en Uruguay), cinco en Oceanía y tres en Europa. Los estudios evaluaron la castración quirúrgica (cuchillo tradicional, cuchillo Newberry y bisturí) y la castración incruenta (pinza de Burdizzo, anillo de goma, goma Callicrate, banda de latex e inmunocastración); con el uso o no de analgesia (xilacina), anestesia (lidocaína y combinación xilacina/ketamina), antiinflamatorio (dexametasona, dipirona, cetoprofeno y meloxicam) o terapia multimodal (combinación de xilacina/flunixin, xilacina/procaína y lidocaína/dipirona).

## CONCENTRACIÓN DEL CORTISOL

Los animales castrados (forma incruenta o quirúrgica) sin administración de medicamentos no mostraron mayor aumento en los niveles de cortisol respecto a los no castrados. De acuerdo con la literatura, eso puede explicarse por: 1) diferencias en los métodos de muestreo (uso de catéter o muestras individuales de sangre; saliva); y 2) la concentración de cortisol puede aumentar en respuesta al estrés del manejo per se o como consecuencia de un método invasivo, lo que dificulta distinguir entre el estrés no amenazante y el estrés.

Tampoco hubo diferencia en la magnitud del aumento de la concentración del cortisol en los terneros castrados sea de forma quirúrgica o incruenta. Eso es la prueba de que todos los métodos causan un aumento inmediato y significativo de cortisol, pero, aun así, es necesario considerar las diferencias individuales, edad y diferentes técnicas de castración.

A pesar de que el enfoque analgésico multimodal sea considerado lo más eficaz en mitigar el dolor asociado con la castración, no encontramos efecto de esa terapia en la disminución del nivel de cortisol en la castración incruenta en los primeros 30 minutos respecto a animales castrados sin el uso de medicamentos o no castrados.





Uno de los principales desafíos para proporcionar una analgesia efectiva es el tiempo transcurrido entre la administración del medicamento y el procedimiento de castración: la gran mayoría de los profesionales o técnicos no esperan el tiempo recomendado.

No se encontró evidencia de que el dolor a los 120 minutos post castración quirúrgica fuera menor en animales anestesiados frente a los no anestesiados. Seguramente esto se deba a que se empleó lidocaína, anestésico local de acción corta, eficaz durante aproximadamente 45-90 minutos. Un enfoque práctico y accesible para ser utilizado en condiciones de campo es el aerosol anestésico tópico para reducir el dolor hasta por 24 horas, los cambios de conducta y la hemorragia (Tri-Solfen, Bayer®). Ese producto, disponible solamente en Nueva Zelanda y Australia, es indicado para reducir el dolor en ovejas sometidas al mulesing (procedimiento que consiste en quitar las tiras de piel que contiene lana de alrededor de la cadera de una oveja para evitar el impacto de la miasis cutánea).

## DESEMPEÑO ANIMAL

Nuestros resultados muestran que no hay efecto de la edad a la castración del ternero sobre la ganancia diaria media de peso. Esto seguramente se deba a que las castraciones se realizaron en el primer año de vida de los animales. Es sabido que las diferencias en la performance entre el ganado macho no castrado y el castrado se manifiesta principalmente después de la pubertad, a una edad promedio de 10 meses (razas bovinas continentales), con el aumento de la hormona testosterona ocurriendo, de forma lineal, entre los 7 y 13 meses de edad (razas bovinas británicas y continentales).

La literatura reporta que los animales enteros ganan 17% más peso y son 13% más eficientes en la conversión de alimentos en peso vivo que los animales castrados. En las comparaciones evaluadas en nuestro estudio, donde se incluyeron los dos métodos de castración vs. dejar los animales enteros, la respuesta fue inversa.

Esto puede ser debido a la nutrición inadecuada (cantidad y calidad del alimento) y al comportamiento más agresivo, factores que pueden evitar que los bovinos enteros expresen su mayor potencial para ganar peso. La ganancia de peso también puede estar relacionada con el estado hormonal del grupo control y el método de castración.

No encontramos diferencia en la ganancia de peso entre los métodos de castración incruento y quirúrgico, lo que se condice con la literatura. Se ha reportado que terneros machos castrados con anillos de goma o quirúrgicamente no presentaron diferencia en peso vivo y eficiencia de conversión del alimento a los 217 días de edad. El método de castración influye en la conducta de ingesta a corto plazo (periodo post castración inmediato), pero el ganado es capaz de compensar y recuperarse del procedimiento.

El uso de mitigadores del dolor no tuvo efecto en la ganancia media de peso. Es evidente que el animal experimenta dolor y seguramente disminuya el consumo por varios días, pero de forma similar a lo antes expuesto, el animal tiene capacidad de compensar su ganancia.

## VOCALIZACIÓN

En los ensayos no fue posible hacer una evaluación cuantitativa del efecto de la castración sobre este indicador de conducta. Aunque la respuesta vocal sea potencialmente la fuente más importante de información, solo contando las tasas de vocalizaciones generales, sin especificar sus tipos, no es suficiente para la evaluación del bienestar. Por lo tanto, otros indicadores de dolor se han utilizado para cuantificar los cambios en el comportamiento animal post castración, es decir, comportamiento de escape, lucha, actividad de locomoción, tiempo de descanso, patadas, comportamiento de alimentación, entre otras.

## MENSAJE FINAL

Este es el primer estudio que resume lo que está disponible en la literatura científica sobre los efectos de la castración sobre cortisol, ganancia diaria de peso y vocalización en ganado de carne. De este estudio aún no podemos afirmar cual es el mitigador del dolor más efectivo y tampoco qué método de castración es menos doloroso. A su vez, por ser un procedimiento doloroso, siempre debería utilizarse productos para mitigar el dolor respetando las recomendaciones del medicamento a utilizar. Otra alternativa para castrar terneros que debería validarse en nuestras condiciones es la inmunocastración (común en ganado porcino), un método hormonal que consiste en la aplicación de una vacuna que contiene péptidos sintéticos de GnRH, y que provoca un mínimo de dolor.

Queda claro que NO hay efecto de la edad en la ganancia de peso vivo siempre y cuando la castración se realice en el primer año de vida. Por tal motivo, nuestra recomendación es castrar en los primeros días de vida cuando la capacidad de cicatrización es más alta por el menor tejido comprometido.





# EL CAPITAL HUMANO Y LA INTENSIFICACIÓN EN EL TAMBO

Ing. Agr. (PhD) Santiago Fariña<sup>1</sup>, DMV Carlos Grela<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Presidente CAR La Estanzuela

## LA INTENSIFICACIÓN SOSTENIBLE

La intensificación sostenible de la agricultura es uno de los 5 ejes estratégicos que guían las acciones del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca del Uruguay. La concepción más difundida de la intensificación sostenible prioriza la minimización de los impactos ambientales producto de la intensificación productiva (Pretty *et al.*, 2011; Bervejillo *et al.*, 2016) pero no detalla cómo es posible realizar mejoras en el aspecto social o bienestar humano.

Según las estadísticas nacionales de INALE y DIEA la producción de leche es una actividad que hace un uso intensivo del capital humano, considerando que existe al menos una persona asalariada por cada 60 hectá-

reas y que depende directamente de las personas para el funcionamiento productivo diario de las operaciones. Por otro lado, se trata de un estrato muy dinámico: según datos presentados por FUCREA, ha existido una apreciable mejora de la productividad por persona (equivalente hombre), pasando de 150.000 a 300.000 litros por año en los últimos 15 años (Fossatti, 2018).

En las últimas décadas se ha llevado adelante un cúmulo importante de investigación evaluando alternativas de intensificación en producción de leche cubriendo aspectos técnico-productivos, como producción de forrajes, nutrición, reproducción y manejo animal y más recientemente sobre la sustentabilidad ambiental de la intensificación. Sin embargo, aún existe el riesgo de que el proceso de intensificación de los sistemas no

llegue a ser sostenible dado que el aspecto social no está siendo considerado (al menos de manera expresa) en el diseño actual de las estrategias de intensificación.

## LAS PERSONAS

Las personas son el activo más valioso que tienen los establecimientos lecheros. Según la encuesta de INALE de 2014 el 55% de los recursos humanos que trabajan en la producción de leche son miembros familiares, 33% mujeres y 67% hombres, entre quienes se cuenta a los titulares de las empresas con un promedio de 54 años de edad. El 45% restante son asalariados con una edad promedio llamativamente menor (37 años), siendo un 20% mujeres y un 80% hombres. Esta composición de los tambos es muy diferente del promedio de América Latina y el Caribe, donde el 87,7% de las fincas productoras de leche son puramente familiares (comerciales o no) y de menos de 50 hectáreas según la FAO y FEPALE.

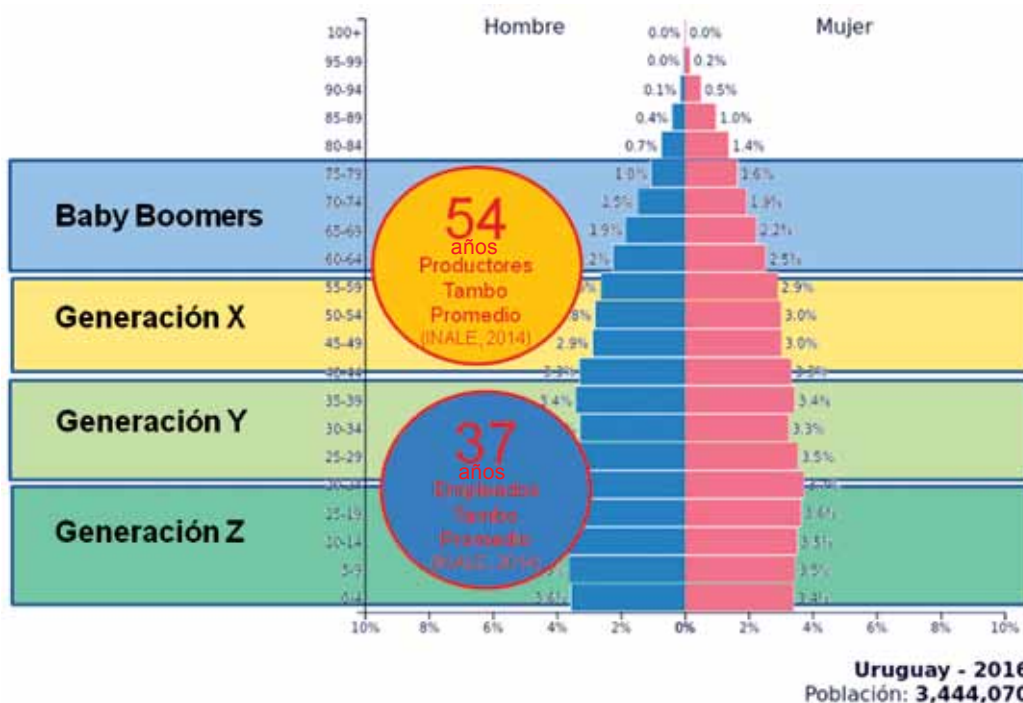
Este contraste de edades puede representar también conflicto entre los valores y prioridades del empresario con respecto a los de las personas que trabajan en sus equipos. Según una clasificación ampliamente aceptada (Lyons, 2004), quienes nacieron entre 1980 y 1995 (hoy entre 23 y 37 años de edad) pertenecen a la “Generación Y” y representan el 58% de la población del mundo. Esta generación tiene una visión general de la vida y el trabajo muy diferente a la de quienes los preceden: “Generación X”, nacidos entre 1962 y 1979 (hoy entre 38 y 55 años de edad) y los “Baby Boomers”, nacidos entre 1946 y 1961 (hoy entre 56 y 71 años de edad).

Las personas de esta nueva generación, que participa cada vez más del mercado laboral, no aprecian como las anteriores la estabilidad en el trabajo, sino que deciden su rol laboral en función de su realización personal o del logro de metas desafiantes. El tiempo libre y el bienestar en el lugar de trabajo son considerados una prioridad e incluso, muchas veces, por encima del ingreso económico.

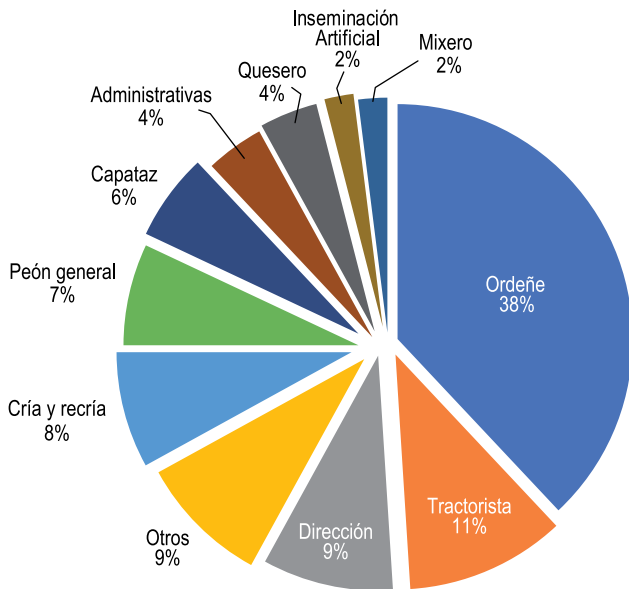
Las nuevas generaciones, por otro lado, tienen una muy alta velocidad de adopción de tecnologías en general, con una fácil adaptación a los rápidos y crecientes cambios en las mismas. Esta facultad generacional va asociada a una comunicación constante, fluida y rápida, lo cual representa una necesidad básica en esta franja poblacional.

Según la encuesta de INALE, las personas que trabajan en los tambos realizan un espectro amplio de tareas, siendo el ordeño la que más personas u horas demanda (Figura 2). Datos preliminares de un estudio de balance de trabajo realizado por INALE-INEFOP en 2018 también muestran al ordeño como la principal tarea, seguido de la alimentación (suministro de suplementos).

Las distintas tareas demandan diversas habilidades y niveles de educación. El sector agropecuario como lugar de trabajo y desarrollo para los jóvenes en Uruguay presenta un contexto particular. Según un informe del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) de 2012, el nivel educativo de los trabajadores rurales es menor que en el resto de los sectores productivos (24% vs. 56,5% con primaria completa, respectivamente) y



**Figura 1** - Pirámide poblacional de Uruguay en 2016 (PopulationPyramid.net), con categorización de generaciones según Lyons (2004) y promedios de edad según relevamiento de tambos de INALE en 2014.



**Figura 2** - Porcentaje de trabajadores en los tambos de Uruguay según tipo de tarea realizada (INALE, 2014).

la remuneración promedio por hora se encuentra en el anteúltimo puesto de 15 sectores analizados. El uso de tecnologías también es menor en los trabajadores rurales. Según el MTSS un 26% de ellos usaban PC y un 23% internet, mientras que en el promedio de los trabajadores a nivel país estos niveles eran de 57 y 54% respectivamente.

De lo anterior se desprende que las diferencias culturales y generacionales empleador-empleado, sumado a los cambios productivos/tecnológicos (modernización) de una producción compleja, generan exigencias en las personas que se pueden traducir en tensiones en el ámbito laboral o familiar y que son objeto de estudios a nivel antropológico (Taks, 2018).

Con una perspectiva regional, sin embargo, la historia de los productores de leche, su rol dinamizador de las economías y comunidades del interior hace que la lechería tenga una importancia socio-cultural destacada dentro del sector agropecuario. Esta “cultura lechera” no es fácil de encontrar entre los países de Latinoamérica y aporta ventajas competitivas para el desarrollo del sector. Por un lado, permite que se generen conocimientos prácticos que se van transmitiendo de generación en generación y de manera horizontal entre productores o técnicos. Por otro lado, permite que haya una “masa crítica” de jóvenes con interés en la actividad, ingresando al sector para desarrollar una carrera.

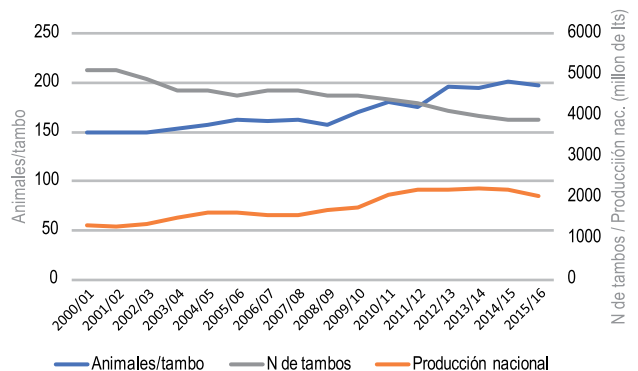
### LA CONCENTRACIÓN DE LOS TAMBOS

La lechería de Uruguay ha sufrido en las últimas décadas un proceso de concentración de los sistemas de producción. Según DIEA, durante los últimos 15 años la

producción de leche aumentó en un 52%, pasando de 1,3 mil a 2 mil millones de litros por año, mientras que el número de tambos se redujo en un 31%, pasando de 5,1 a 3,9 miles de tambos (Figura 3).

El proceso de concentración ha llevado a un aumento en la escala promedio de los tambos y a una mayor longitud de ordeños. Según el relevamiento de 387 tambos realizado por INALE en 2014, la mayor longitud de ordeño (3,9 horas en promedio) se daba en los tambos del quintil de mayor escala, mientras que los ordeños más cortos (1,8 horas en promedio) se daba en los tambos del quintil de menor escala. Es probable que los tambos que más crecieron y alcanzaron una mayor escala no hayan logrado dimensionar la infraestructura básica de ordeño de manera proporcional al crecimiento de los rodeos, lo cual afecta directamente el tiempo de ordeño. En ese sentido, datos del relevamiento de INALE señalan que los tambos del quintil superior habían crecido a una tasa del 13% anual y tenían 26 vacas por cada unidad de ordeño, mientras que los del quintil inferior habían decrecido a una tasa de -4% anual y tenían 7 vacas por cada unidad de ordeño.

Baudracco *et al.* (2017), en un trabajo con autores de Argentina, Uruguay, Australia y Nueva Zelanda, establecen que los tambos deben contar con no más de 12 vacas por unidad de ordeño si pretenden apuntar a una duración del ordeño de alrededor de 2 horas. Esta longitud de ordeño es recomendada como objetivo basado en que, pasado ese umbral de trabajo ininterrumpido, la eficiencia de trabajadores capacitados se reduce por agotamiento, conduce a errores y baja su productividad (Vostrikov, 1995).



**Figura 3** - Evolución nacional del número de tambos, producción de leche y número de animales por tambo según reporte de DIEA de 2017.





La longitud de ordeñes, desde horarios cada vez más extremos, sumado a la falta de confort en personas y animales y un grado mayor de complejidad del sistema (múltiples rodeos, múltiples dietas, manejo sanitario y reproductivo intensivo) han aumentado la presión y disminuido la calidad de vida de las personas que trabajan en los tambos.

## INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

Existen características de diseño de la infraestructura de la sala de ordeño que pueden permitir un mayor nivel de confort en la misma. Se trata de aspectos que permiten mayor comodidad a las vacas y por ende permiten un flujo más rápido de las mismas, un ahorro de tiempo y malestar en las personas, además de mejores condiciones de seguridad en el trabajo. Bouman *et al.* (2017) describen exhaustivamente especificaciones recomendadas para esos fines, respecto del ángulo de las unidades de ordeño, distancia entre ellas, altura y diseño de las barandas de pecho, altura y diseño de las barandas de cola, piso y pendiente de la sala de ordeño.

En un relevamiento realizado en 2014 por AACREA (Argentina) en 2014 a 1.180 empleados de tambo se vio que el “barro/lluvia” era destacado como la principal causa de disgusto en el trabajo de tambo, seguido por “temperatura”, “horarios”, “francos/descansos”, “reconocimiento” e “ingreso (sueldo/bonificaciones)”, en menor medida.

Por otra parte, aspectos relacionados a las comodidades y servicios para la vida extra-laboral, como la calidad de las viviendas y el acceso a servicios, pueden tener un peso importante sobre el bienestar de las personas.

En base a lo expuesto es evidente que, si bien las dimensiones y diseño de la sala de ordeño son centrales para la reducción del tiempo y mejoría del confort, existen algunas áreas de acción complementarias que pueden afectar el tiempo y bienestar de las personas en el trabajo:

**1 - Horario de ordeño:** en Uruguay existe la tarifa multihoraria de energía que conduce a evitar el ordeño posterior a las 18 hs por el mayor costo kw/h. Muchos tambos, especialmente de mayor escala, tienen horarios de ordeño AM-PM a intervalos de 12 horas entre sí. Esto lleva a horarios de inicio de ordeño de 3:00 o 4:00 am. En consecuencia, muchos operarios no duermen de noche, que es el sueño más reparador, lo cual no puede ser compensado, y produce mayor irritación, desconcentración y cansancio. Es posible mitigar esto utilizando intervalos de 10 y 14 horas entre ordeños (no sería limitante en rodeos con promedio de no más de 25 litros/vaca) y mantener las tarifas bonificadas actualmente (ej. 5:00 AM – 15:00 PM).

**2 - Caminería:** la inversión en caminería con buen material, altura, pendiente y compactado y desagües acompañado de regular mantenimiento permite evitar o minimizar el barro, que afecta directamente el bienestar diario de personas y vacas, provocando enfermedades en las últimas (mastitis, cojeras). Como se destaca más arriba, el barro es el principal factor de desagrado en el trabajo del tambo.

**3 - Circulación voluntaria del ganado:** implica que los animales ordeñados se desplacen por sí solos a la parcela (sin arreo). Si bien es cierto que las primeras vacas en llegar pueden comer más pasto que las últimas, es posible que este desajuste nutricional sea más que compensado a nivel de sistema por lo que se gana en ahorro de trabajo por arreo, bienestar de la vaca por caminar a su ritmo, salud podal y cuidado de callejones, entre otros.

**4 - Infraestructura de alimentación:** el diseño de la alimentación de las vacas puede permitir el ahorro de tiempo. Por ejemplo, los racionadores en sala, que evitan la necesidad de suministro en comederos 365 días al año, o las distancias entre zonas de carga o plaza de comidas/silos y el lugar de suministro/patio de alimentación que pueden reducir el traslado, tipo e incomodidad en el operario.

Existen además algunas tecnologías específicas que pueden complementar estas acciones. Analizando el relevamiento de INALE, Fossati y Sánchez encontraron que el 86% de los tambos suministra ración dentro de



las salas de ordeño, pero solo un 6% de ellos lo hace con algún dispositivo automatizado. Por otro lado, solo un 12% de los tambos poseía un sistema de “sacapezoneras” automático. Estos implementos tecnológicos permiten ahorro de tiempo y esfuerzo físico a los operarios responsables del ordeño y manejo de las vacas en la sala de ordeño, además de uniformizar la tarea. Existen además algunos otros dispositivos diseñados con el mismo fin que ya han sido validados y adoptados masivamente por productores en diversas regiones lecheras del mundo y que se hallan ausentes en la mayoría de los tambos de Uruguay. Se enumera aquí algunos de ellos:

- 1 - Puerta de ingreso al ordeño automática.
- 2 - Portón arreador automático.
- 3 - Puerta selectora inteligente.
- 4 - Identificación animal electrónica.
- 5 - Selladores de pezones automáticos.

### LA IMPORTANCIA DEL GERENCIAMIENTO

La tecnología ayuda a mejorar las condiciones laborales y el manejo del capital humano, pero la clave de un tambo atractivo para trabajar es el gerenciamiento. Este rol es la responsabilidad de la persona que está a la cabeza de una empresa y se compone de dos aspectos complementarios: la gestión y el liderazgo. La **gestión** es el manejo de los recursos (tierra, instalaciones, animales, maquinaria) y el control de los procesos, el **liderazgo** se refiere a la relación con las personas que son un recurso particular porque piensan y sienten. Las cosas se gestionan, las personas se lideran. El liderazgo es el arte de influir sobre las personas para que trabajen con entusiasmo en pos de un objetivo común.

Implica objetivos claros, servicio mutuo, animación, articulación, creatividad, descubrir y desarrollar los talentos que todas las personas tenemos.

### CONCLUSIONES

Es posible que los sistemas lecheros de Uruguay sigan creciendo en escala y productividad en el futuro. Los tambos resultan cada vez menos atractivos como lugar de trabajo debido, principalmente, a una infraestructura y equipamiento que no acompañaron el crecimiento en número de vacas y producción. Esto ha repercutido en mayor duración de los ordeños y deterioro de la infraestructura general (callejones, accesos, comederos, etc.) lo cual afecta el bienestar de las personas.

Las personas cumplen un rol crítico en los procesos de un tambo y en la toma de decisiones. Las nuevas generaciones, que ocuparán los lugares de trabajo, tienen una nueva y diferente percepción del trabajo, donde el bienestar y el tiempo libre son altamente priorizados en sus elecciones.

Existe una clara necesidad de generar conocimiento y desarrollo en diseño, tecnologías y gestión que hagan a los sistemas productivos en vías de intensificación más atractivos para las personas y les permitan desarrollar una carrera en el sector.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bervejillo, J.E.; Cayota, S. y Gómez Miller, R. (2016) Desafíos de la intensificación sostenible para la política pública - Convenio INIA-OPYPA/MGAP. Serie Técnica N° 227

Baudracco, J., Lazzarini, B., Brega, M., Bouman, M., Lyons, N. y Cuadrado, C. (2017) Instalaciones de ordeño para agilizar y simplificar el trabajo: Ficha 1: Pensando en una nueva instalación de ordeño, pp. 1-3. <http://factorhumanoentambo.com>

Bouman, M., Baudracco, J., Lazzarini, B., Brega, M., Lyons, N. y Cuadrado, C. (2017). Instalaciones de ordeño para agilizar y simplificar el trabajo: Ficha 5: La sala de ordeño, pp1-5. <http://factorhumanoentambo.com>

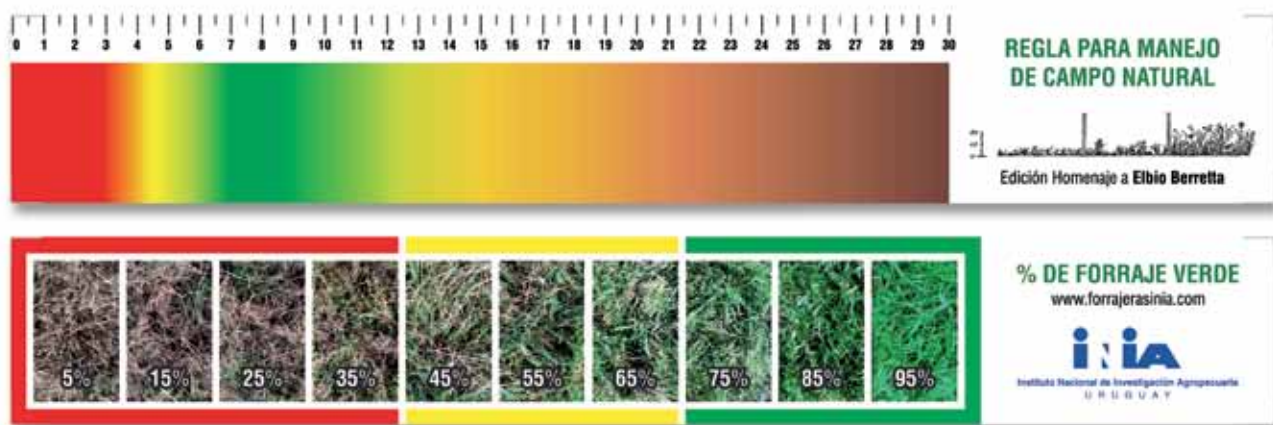
Fossatti, M. (2018). El capital humano en los tambos: los datos CREA. Presentación en Jornada Técnica Lechera FUCREA-INIA-INALE 2018. Colonia, Uruguay. Disponible en: [www.inia.uy](http://www.inia.uy)

Lyons, S. (2004), “An exploration of generational values in life and at work”, Dissertation Abstracts International, 3462A (UMI No. AATNQ94206).

Pretty, J.; Toulmin, C.; Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability. (9):5-24.

Taks, J. (2018) Enfoque antropológico: viejas-nuevas preguntas para comprender la tradición y el cambio con los tamberos. Presentación en Jornada Técnica Lechera FUCREA-INIA-INALE 2018. Colonia, Uruguay. Disponible en: [www.inia.uy](http://www.inia.uy)

Vostrikov VA (1995) Development of methods for relieving fatigue in milking machine operators. Tekhnika v Sel'Skom Khozyaistve 199, 24–26.



# LA REGLA VERDE: Una herramienta para el manejo del campo natural

Martín Jaurena<sup>1</sup>, Virginia Porcile<sup>2</sup>, Rebeca Baptista<sup>3</sup>,  
Esteban Carriquiry<sup>2</sup> y Saulo Díaz<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Técnico sectorial

<sup>3</sup> Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

## ANTECEDENTES

El campo natural, patrimonio de los uruguayos, ocupa dos tercios del territorio. Este recurso es, por un lado, la base forrajera para la mayoría de los productores ganaderos, y por otro es una fuente de provisión de servicios ecosistémicos para toda la sociedad (ejemplo la provisión de recursos genéticos y agua de calidad, el mantenimiento de los suelos y la biodiversidad, así como servicios relacionados con la herencia cultural y la recreación). Sin embargo, los escasos ajustes de la carga animal y la falta generalizada de manejos diferenciales en los potreros llevan a una menor productividad de la pastura natural. Esto determina una baja producción de carne y lana, problema que se magnifica en un contexto de alta variabilidad climática.

Para superar esta situación, INIA está enfocado en el desarrollo de herramientas y tecnologías que orienten las decisiones de manejo de los productores ganaderos y de esa forma apuntar a una intensificación sostenible de la ganadería extensiva.

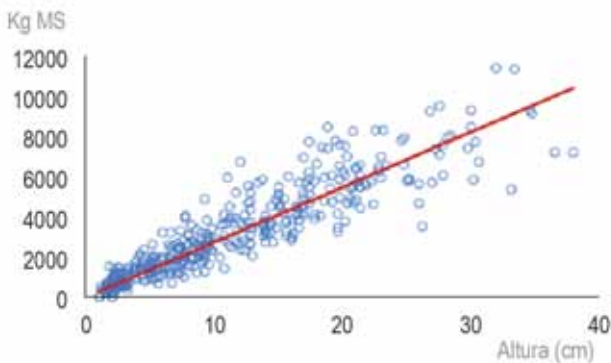
En sistemas ganaderos pastoriles extensivos, en que el campo natural es la fuente primaria de alimento para el ganado, la gestión del pastoreo es un factor determinante del resultado productivo y, por ende, económico. Sin embargo, en estos sistemas no es frecuente el monitoreo del estado de las pasturas. En este contexto, la información de disponibilidad y calidad del forraje es clave para tomar decisiones de ajuste de carga, priorización de categorías, decisiones tácticas y suplementación de los animales en tiempo y forma.



A nivel predial, no es viable hacer un muestreo directo de la cantidad de pasto en los potreros debido a la variabilidad normal del campo natural, al alto nivel de entrenamiento que requiere y a la cantidad de tiempo necesario para esta actividad. Ante estas dificultades, se ha buscado una herramienta que simplifique el monitoreo y se han desarrollado métodos de muestreo que permiten realizar estimaciones prácticas de la disponibilidad y calidad del forraje con un mínimo de trabajo.

**¿EN QUÉ CONSISTE LA REGLA Y PARA QUÉ SIRVE?**

Uno de los métodos indirectos más utilizados para estimar la cantidad de forraje disponible es medir la altura del forraje con una regla. Este método se basa en la existencia de una relación positiva entre la altura y la disponibilidad de forraje de una pastura. En el caso concreto de pasturas de basalto, un centímetro de altura equivale a 250 a 300 kg de materia seca de forraje disponible por hectárea (Figura 1).



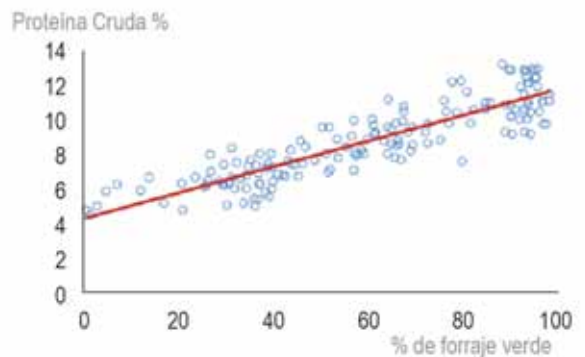
**Figura 1** - Relaciones entre altura y disponibilidad del forraje registradas en pastoreo vacuno sobre campo natural en la Unidad experimental Glencoe entre los años 2013 y 2018.

En Uruguay el Ing. Agr. Elbio Berreta, ex-investigador de INIA, fue un pionero en identificar el uso de la regla, estableciendo que para conservar el campo natural y obtener buenas ganancias animales en comunidades de basalto es recomendable mantener una altura de entre 6 y 12 cm. El consumo de forraje y la ganancia animal se incrementan a medida que aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura, debido a que se generan condiciones que facilitan la cosecha de forraje y el consumo de los animales.

Pero, esta relación tiene un límite que se relaciona con la pérdida de calidad del forraje y una menor productividad y utilización de la pastura, cuando existen disponibilidades excesivamente altas.

Por otro lado, la calidad del forraje en pasturas de campo natural depende principalmente de la proporción de forraje verde. Esta relación se basa en que las hojas verdes tienen un mayor contenido celular y, consecuentemente, más proteínas, azúcares y minerales que los tallos y los restos secos. Un ejemplo es la relación estrecha que existe entre la proporción de forraje verde y la proteína del forraje (Figura 2).

Tomando como base a estas relaciones, se agregó a la regla la proporción de forraje verde como un indicador indirecto de la calidad del forraje de campo natural. En forrajes completamente secos el nivel de proteína es cercano al 4 a 5%, mientras que si el pasto está todo verde podemos esperar valores cercanos al 10 a 12%.



**Figura 2** - Relaciones de la proporción de forraje verde con los niveles de proteína cruda del forraje registradas en un experimento de pastoreo ovino sobre campo natural realizado en la Unidad experimental Glencoe entre los años 2008 y 2010.



## ¿QUÉ INFORMACIÓN PROPORCIONA LA REGLA?

Conocer la cantidad y valor nutricional del forraje es clave en la planificación del manejo predial, ya que a partir de los datos de campo se puede ajustar el manejo de los animales. Por ejemplo, en base a la información del monitoreo del pasto se pueden decidir ajustes de carga animal de corto y mediano plazo, determinar momentos de entrada y salida de animales a los diferentes potreros, predecir el desempeño productivo de los animales, determinar el momento de cierre de potreros para diferir forraje en pie, decidir la suplementación, entre otras medidas de manejo.

Específicamente, la regla funciona como un semáforo de 4 colores que sirve de apoyo a las decisiones de manejo del pasto y los animales en campo natural. Los colores están asociados a diferentes cantidades de forraje, su calidad y relación con el desempeño productivo de los animales en pastoreo.



**Más de 12 cm Cuidado, estoy perdiendo calidad.** Conviene cerrar potreros para guardar forraje en pie y/o aumentar la carga en áreas de pastoreo



**6 a 12 cm Adelante, estoy con la condición adecuada.** La cantidad de forraje es suficiente para un buen desempeño productivo de los animales



**4 a 6 cm Alerta, estoy quedando sin pasto.** Analizar opciones de dar descanso al potrero, ajuste de la carga animal y/o suplementar



**Menos de 4 cm Pare, estoy sin pasto.** Condición desfavorable para plantas y animales. Cerrar el potrero o al menos disminuir drásticamente la carga animal y/o suplementar

Para tener una muestra representativa es necesario tomar al menos 50 medidas al azar en cada potrero, caminando en zigzag, recorriendo en las zonas previamente identificadas.

- Es conveniente realizar al menos una estimación estacional de la altura del pasto, y con ello realizar un balance entre la oferta y la demanda de forraje
- Realizar las mediciones evitando malezas, pastos duros, pajas, etc., que no se consideren forraje a cosechar por los animales en el corto y mediano plazo.
- Colocar la regla cuidadosamente en forma vertical y sin enterrarla en la tierra. Mirar en forma horizontal y registrar la altura de la parte superior del forraje donde se concentra el estrato superior de hojas, descartando las puntas de hojas que sobresalen de la altura “promedio” y las cañas florales.

Recomendaciones prácticas para el uso de la regla:

- Recorrer el potrero y detectar la heterogeneidad de las diferentes comunidades vegetales dentro de un potrero.
- El número de medidas a realizar debe tener en cuenta la variabilidad espacial del campo natural.

Actualmente INIA se encuentra desarrollando una aplicación (app) para que el productor pueda registrar todas las mediciones de altura y % de verde, y luego, mediante una plataforma de visualización, ver los resultados de monitoreos prediales en la web en tiempo real.

**Un ejemplo de presupuestación forrajera en una situación de pastoreo diferido:**

- ▶ Altura al momento de entrada de los animales = 12 cm; criterio de salida = 6 cm;  
Lote de 122 vaquillonas de 250 kg, total = 30500 kg de peso vivo
- ▶ Estimación de forraje disponible:  $12 - 6 = 6 \text{ cm} \times 275 \text{ kg/cm} = 1650 \text{ kg}$  de Materia Seca (MS) de forraje por hectárea (ha). Potrero de 5 hectáreas, disponible total = 8250 kg de MS
- ▶ Estimación de forraje desaparecido diario (consumo + pisoteo) 4,5% del peso vivo = 1373 kg MS/día
- ▶ Días estimados de pastoreo  $8250/1373 = 6$  días

**Un ejemplo de presupuestación forrajera en una situación de pastoreo rotativo:**

- ▶ Altura al momento de entrada de los animales = 8 cm; criterio de salida = 4 cm
- ▶ Disponible estimado  $8 - 4 = 4 \text{ cm} \times 275 \text{ kg/cm} = 1100 \text{ kg MS/ha}$  de forraje. Parcelas de 5 ha, disponible parcela = 5.500 kg de MS
- ▶ Lote de 286 terneros de 142 kg total = 40612 kg de peso vivo. Forraje desaparecido diario estimado (consumo + pisoteo) 4,5% del peso vivo = 1830 kg MS/día
- ▶ Días estimados de pastoreo por parcela  $5500/1830 = 3$  días
- ▶ Días estimados para recuperar los 4 cm desaparecidos  $1.100 \text{ kg/ha}$  a una tasa de crecimiento de  $12 \text{ kg MS/ha/día} = 90$  días
- ▶ Cantidad de parcelas de 5 ha necesarias para una ocupación de 3 días y volver al pastoreo a los 90 días;  $90/3 = 30 + 1$  ocupada = 31 parcelas

**EXPERIENCIAS DE PRODUCTORES**

Marta Martínez (Marmarajá, Lavalleja) Estoy midiendo pasto con la regla, una experiencia nueva para mí, y me he visto sorprendida gratamente por los resultados. Las mediciones me han hecho tomar conciencia de la importancia de manejar la disponibilidad de pasto. Ponerle números me ayuda a tener más confianza en el manejo y en la planificación del ganado.

Alejandro San Román (La Coronilla, Rocha). Desde noviembre de 2016 estamos midiendo el pasto. Definimos una ruta de muestreo, medimos y vamos anotando en una libreta. Estimar la altura ayuda mucho en la entrada de periodos críticos de invierno y verano para ver cómo estamos de pasto. Vamos aprendiendo año a año y tratando de mejorar las decisiones. El desafío es muy lindo y los resultados productivos van mejorando.

Mas información en:

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5567/1/065-UFFIP.pdf>  
<https://www.youtube.com/watch?v=3veb6ys932k>

Para conseguir una regla contáctese con [rbaptista@inia.org.uy](mailto:rbaptista@inia.org.uy)

Nota: La regla fue creada por el Ing. Agr. Elbio Berreta y luego adaptada por los Ing. Agr. Martín Jaurena y Virginia Porcile.







# DESARROLLANDO MÁS CAPACIDADES: determinación de taninos condensados en pasturas

G. de Souza<sup>1</sup>; F. Silveira<sup>1</sup>; A. Mederos<sup>2</sup>; R. Reyno<sup>1</sup>; M. Rebuffo<sup>1</sup>; J. Rey<sup>1</sup> y D. Rey<sup>1</sup>

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

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

La ganadería basada en el uso de pasturas naturales es una de las principales actividades productivas del país. La mayoría de las pasturas naturales tienen una baja proporción de leguminosas, lo que restringe o limita el logro de mejores niveles de productividad animal. La introducción, establecimiento, persistencia y fertilización fosfatada de las leguminosas cultivadas sobre campo natural y sus simbiontes asociados, han sido y continúan siendo objeto de estudio en las eco-regiones de producción extensiva del Uruguay.

El género *Lotus* es uno de los más utilizados en Uruguay; estas leguminosas, aparte de brindar forraje de

alta calidad, son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, siendo una fuente renovable para las praderas y campos naturales. Algunas especies del género *Lotus* se destacan por su adaptabilidad a crecer en ambientes de menor fertilidad natural, mayor acidez y bajos contenidos de fósforo, aportando altos valores proteicos a la dieta. Esta adaptabilidad a una amplia gama de ambientes la transforma en una herramienta clave para mejorar la producción de forraje.

Desde hace muchos años, INIA está trabajando en el mejoramiento genético de varias especies de este género. Recientemente se han liberado nuevos cultivares:

*Lotus corniculatus* INIA Rigel, *Lotus uliginosus* INIA Gemma y E-Tanin y *Lotus angustissimus* INIA Basalto (disponible a partir de 2019).

Además de los tradicionales objetivos de mejoramiento genético (producción de forraje, sanidad, etc.) se está poniendo especial atención en unas macromoléculas complejas capaces de interferir positivamente en los procesos digestivos. Estas moléculas son conocidas genéricamente con el nombre de taninos.

Algunas especies del género *Lotus* tienen capacidad de almacenar taninos condensados a nivel foliar, lo que las diferencia de otras forrajeras tradicionales, como Alfalfa, Trébol blanco y Trébol rojo. Los taninos son compuestos naturales de alto peso molecular (500 a 25000 Daltons) que pueden ligarse a proteínas y otras moléculas. Existen dos tipos de taninos: Hidrolizables (TH) y Condensados (TC), siendo estos últimos los que poseen mayor capacidad de interactuar con otras moléculas. Los TC son compuestos secundarios de las plantas, que están presentes en las mismas como mecanismo de defensa frente a agentes patógenos, como hongos y bacterias, entre otras funciones.

## MECANISMOS DE ACCIÓN

Los TC poseen varios atributos destacables:

- Evitan el efecto del meteorismo. El efecto más conocido derivado de estos metabolitos cuando se incorporan a la dieta animal es el de impedir el meteorismo. Este es un desorden alimenticio común que ocurre en los animales que se alimentan de forrajes con elevado contenido de proteínas solubles. Al acomplejar las proteínas del forraje dentro del rumen, los TC impiden que los microorganismos allí presentes las digieran rápidamente.
- Aumentan la eficiencia en la digestión de proteínas provenientes de leguminosas forrajeras. Al formar complejos con las proteínas, impiden que sean degradadas y asimiladas por los microorganismos del rumen, lo que permite aumentar su absorción a nivel del intestino delgado.
- Control parasitario. Es importante señalar que se ha comprobado una disminución de hasta un 50% de la carga parasitaria en animales alimentados con pasturas que incluyen especies del género *Lotus*.
- Reducción de la emisión de metano. La reducción de emisión de metano tendría un efecto benéfico sobre el medio ambiente, lo que determina un creciente interés científico en este tema.

Por estos motivos, el poder contar con cierta concentración de taninos condensados en la dieta animal brinda varios beneficios, no sólo desde el punto de vista nutricional, por mejor aprovechamiento de la proteína, reducción del riesgo de meteorismo y reducción en el

uso de drogas para control de parásitos gastrointestinales, sino que además tendría efecto ambiental a través de la reducción de emisiones de gas metano.

Los mecanismos que explican la acción de los TC en los animales afectados por parásitos gastrointestinales pueden ser de tipo directo, en donde el efecto es sobre el parásito en sí mismo, e indirecto, modificando la respuesta animal a la enfermedad.

Uno de los síntomas característicos de los animales afectados por parasitosis es la disminución de apetito, el otro, es el incremento de los requerimientos proteicos, debido a la pérdida de nitrógeno por diversas vías (sangre, plasma y epitelio intestinal). De este modo, es necesario un importante número de proteínas para reparar el tejido dañado a causa del establecimiento de los nematodos adultos. Según la gravedad de la lesión, el tejido muscular puede funcionar como fuente de aprovisionamiento de estas moléculas. Parte del nitrógeno que se pierde es recuperado por procesos de reabsorción, aunque no siempre exitosos pues se genera una pérdida de aminoácidos específicos.







Por otro lado, está el efecto que ejercen los TC sobre las proteínas, incrementando su pasaje al intestino delgado donde son absorbidas como aminoácidos.

El pasaje de proteínas hacia el intestino delgado (duodeno) y la concentración de los TC en la pastura es lineal dentro de cierto rango. Por lo tanto, de algún modo se podría compensar la pérdida de proteínas que provocan las larvas en parasitosis severas con la mayor disponibilidad proteica lograda por la presencia de TC en las pasturas.

## OBJETIVOS Y AVANCES

Desde hace algunos años INIA viene realizando trabajos que evalúan los beneficios de los TC tanto en producción como en la salud animal.

Según su concentración en el forraje las respuestas obtenidas fueron diferentes. Los resultados obtenidos hasta el momento demuestran que hay una gran dependencia de las concentraciones de TC que son ofrecidos a los animales. De esta manera, a altas concentraciones, entre 8% y 10% de la materia seca (MS), podrían deprimir el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que en concentraciones más moderadas (2% - 5% de MS) podrían disminuir las pérdidas de la proteína de la ingesta producida por la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementar la absorción intestinal de las proteínas, además de contribuir a la disminución de los efectos provocados por la acción de los parásitos gastrointestinales.

La cantidad y el tipo de taninos sintetizados por las plantas varían considerablemente dependiendo, entre otras cosas, de la especie, el cultivar, el tejido, el estado de desarrollo y las condiciones ambientales. Por lo tanto, para determinar el efecto nutricional de los taninos en los rumiantes se requiere cuantificarlos en los diferentes estados del forraje disponible para el animal.

En el marco del proyecto CL18 "Forrajes Bioactivos", los Laboratorios de Pasturas y Sanidad Animal de INIA Tacuarembó evaluaron diferentes técnicas y se avanzó en la realización de la técnica de butanol ácido clorhídrico (Butanol/HCl) (Porter y col.,1986) para la determinación de TC en forrajes.

En el Cuadro 1 se muestran los rangos en que han fluctuado las concentraciones de TC en varios cultivares de distintas especies a lo largo del año. La variación en los valores obtenidos corresponde a que los muestreos fueron realizados en diferentes estaciones del año, en diferentes estados fenológicos de la pastura (vegetativo

**Cuadro 1** - Rango observado de taninos condensados (% de TC en la materia seca) según HCl Butanol en diferentes cultivares puros a lo largo del año.

Cultivar	Taninos condensados totales % de la Materia Seca
<i>Lotus corniculatus</i> INIA Draco	1,7-1,9
<i>Lotus corniculatus</i> San Gabriel	2,2-2,5
<i>Lotus corniculatus</i> Rigel	2,2-2,6
<i>Lotus uliginosus</i> INIA Gemma	5,5-6,5
<i>Lotus uliginosus</i> E-Tanin	6,0-6,5
<i>Lotus angustissimus</i> INIA Basalto	5,5-6,5



**Cuadro 2** - Concentración de taninos condensados después de un ciclo de selección por alto y bajo contenido de TC.

	Taninos condensados totales (g kg/MS)	Taninos condensados totales % de la Materia Seca
<i>L. uliginosus</i> E-Tanin Alto Tanino	62,66	6,27
<i>L. uliginosus</i> E-Tanin Bajo Tanino	43,40	4,26
<i>L. uliginosus</i> E-Tanin	57,93	5,79
<i>L. uliginosus</i> INIA Gemma	45,92	4,59

o reproductivo), con diferente disponibilidad de materia seca y, por ende, diferentes concentraciones de los TC. En todos los casos, los valores observados para los *Lotus uliginosus* son siempre mayores a los observados en *Lotus corniculatus*. Sin embargo, mayoritariamente los *L. uliginosus* son utilizados en mejoramientos de campo, por lo que la concentración de TC ofrecida en la dieta (mezcla de leguminosa + campo natural) es siempre menor.

Esto también nos ha permitido evaluar el contenido de taninos en mejoramientos de campo con diferentes cultivares de *Lotus* y con distintas proporciones de leguminosa en la mezcla a lo largo del año.

Además de permitirnos caracterizar diversos cultivares por la concentración de TC en diferentes momentos del año, esta técnica en conjunto con otras (método de la Vainillina) también ha sido utilizada para realizar selección dentro del cultivar E-Tanin por alto y bajo contenido de TC (Cuadro 2).

La posibilidad de desarrollar estas poblaciones divergentes para esta característica nos da la posibilidad de mejorar la precisión en la selección de aquellos individuos que expresan el nivel de TC deseado.

## CONSIDERACIONES FINALES

Es de interés contar con dietas compuestas por especies forrajeras que posean una concentración adecuada de taninos, ya que contribuye a una mejora en la productividad y salud de los rumiantes, limitando el uso de tratamientos antihelmínticos y disminuyendo las pérdidas productivas y económicas ocasionadas por las parasitosis gastrointestinales.

De esta manera surge la necesidad de seguir desarrollando métodos suficientemente precisos para establecer la concentración de TC en plantas y así poder determinar su mecanismo de acción. El poder disponer de estas técnicas para caracterizar los niveles de TC en los distintos cultivares de forrajeras y su aplicación directa en el programa de mejoramiento genético de *Lotus* nos permitirá generar cultivares que aporten varios beneficios en la producción animal.

## BIBLIOGRAFÍA

Quantification of Tannins in Tree Foliage A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on "Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniferous Tree Foliage" JOINT FAO/IAEA DIVISION OF NUCLEAR TECHNIQUES IN FOOD AND AGRICULTURE Animal Production and Health Sub-Programme. (n.d.).





# MAÍZ: clasificación y usos potenciales

Ing. Agr. (M.Sc). María José Cuitiño  
Téc. Univ. en TI. Valeria Cardozo

Evaluación de Cultivares- Cultivos de Verano  
INIA La Estanzuela

El maíz es el cereal de mayor producción a nivel mundial. En Uruguay, la superficie sembrada fue de 66.000 hectáreas en 2016/2017, 20% inferior a la zafra anterior, aunque con rendimientos de grano récord en secano tanto en maíces de primera época de siembra (6300 kg/ha) como de segunda (4500 kg/ha). Estos rendimientos se sustentan en parte por las abundantes precipitaciones registradas y la asignación de mejores chacras, considerando tanto fertilidad como drenaje. Cabe destacar que el área contabilizada por el MGAP es sólo la correspondiente al grano seco, por lo que faltaría incluir la destinada a la alimentación animal (maíz para silo y grano húmedo)<sup>1</sup>.

La demanda y la relación de precios del grano varía acorde a la producción internacional, a la coyuntura

económica y al clima. La búsqueda por maximizar los resultados a nivel interno (leche y/o carne) depende en distintas medidas de los factores antes mencionados, dado que la producción de grano nacional no sería suficiente para cubrir la necesidad de los sistemas ganaderos y lecheros (21% menos de producción de grano en la última zafra respecto a la 2016/2017).

La clasificación del maíz es amplia y diversa contemplando tanto aspectos relacionados a su origen, a características del grano y/o planta, como a su valor nutricional con fuerte incidencia en el producto final (humano y/o animal). En la bibliografía, diferentes autores han realizado investigaciones sobre: a) la dureza del grano; b) color del grano; c) composición y apariencia; d) variación citológica y relación con la diversidad regional y varietal; e) origen, características de la planta y distribución geográfica de las razas; f) características físicas del grano y la relación con calidad; g) uso final; tamaño (incidencia en la masticación).

En el presente trabajo se describen sólo las clasificaciones referidas a la coloración, dureza del grano (endosperma) y a la composición para lograr un producto final de calidad. Esta información se presenta en forma resumida en la Cartilla INIA N°79<sup>2</sup>.



El impacto de la suplementación con maíz grano o silo depende del objetivo y manejo de cada sistema productivo. La elección del momento óptimo de cosecha del cultivo es un factor determinante en el logro del rendimiento total de materia seca y en la calidad de esa reserva.

Existen diversos criterios para la toma de decisiones ya sea considerando el contenido de materia seca (%), método objetivo, Figura 1) y/o aspectos visuales del grano (ubicación de la línea de leche, método subjetivo, Figura 2).



Figura 1 - Corte transversal de mazorca de maíz\*

La línea de leche es la interfase entre el endosperma sólido (almidón) y el endosperma líquido del grano, actuando como indicador indirecto para determinar el momento de cosecha. A medida que el maíz avanza hacia su estadio de madurez la línea de leche se mueve hacia el centro del grano dejando por encima el almidón. Para la realización del silo de maíz, la ubicación óptima de la línea de leche debe ser a 1/2 del grano (Figura 1), mientras que si se utiliza un método más objetivo, el porcentaje de materia seca de la planta entera debería situarse en el entorno a 35%. En ese momento es cuando se maximiza la producción de biomasa, la cantidad de grano es alta y el contenido de humedad adecuado (32-40% de MS) para lograr una buena compactación, por ende, calidad del silo.

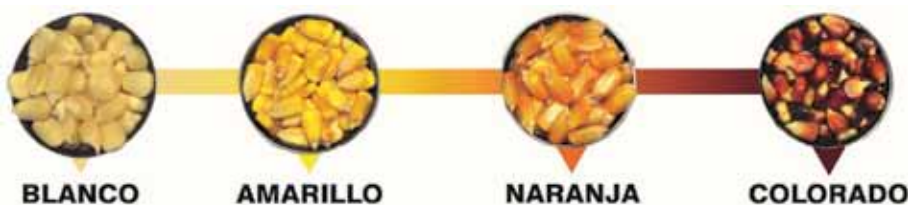


Figura 3 - Color del grano

Acorde a la clasificación mencionada, a los maíces evaluados a nivel nacional se los puede catalogar en cuatro colores: blanco, amarillo, naranja y colorado (Figura 3). El grano está formado por el endosperma (85% del peso total del grano), el embrión o germen (10%), el pericarpio y otras partes (5%)<sup>3</sup>. El endosperma se divide en dos tipos, el endosperma córneo o duro y el endosperma harinoso o blando. Según la proporción de cada uno de ellos, los híbridos reciben la denominación de "flint" (endosperma duro) o "dent" (mayor proporción de endosperma blando), existiendo una gran cantidad de híbridos intermedios.



Figura 2 - Estadios para la cosecha de maíz grano y ensilaje (en base a % M. Seca) Adaptado: Pigurina y Pérez Gomar. 1994, BDN° 43- INIA

Considerando el color del grano, su uso final y fundamentalmente la composición del endosperma se los agrupa en: maíz duro, dentado, reventón, dulce, harinoso, ceroso y tunicado<sup>4</sup>.




Los maíces duro, dentado y harinoso (Cuadro 1) se destacan por su importancia económica, mientras que en menor proporción, pero con gran valor económico agregado encontramos el maíz reventón (pisingallo) y el maíz dulce (alimento o forraje). La tendencia por abastecer una demanda industrial creciente implica obtener cultivos estables y poco vulnerables a los factores externos.







El maíz es de gran relevancia económica a nivel mundial, tanto como alimento humano, en la suplementa-

La lectura debe realizarse inmediatamente después de la cosecha



Cuadro 1 - Clasificación por tipo de endosperma

Tipo	DENTADO	HARINOSO	DURO
<b>Endosperma</b>	 <p>Almidón blando (predomina en el centro), almidón duro a los lados, gránulos de almidón esféricos, débilmente empaquetados y hexagonales</p>	 <p>Almidón muy blando (casi 100%); gránulos de almidón esféricos irregulares</p>	 <p>Duro o córneo con una pequeña porción de almidón blando en el centro, gránulos de almidón poligonales altamente empaquetados</p>
<b>Color del grano predominante</b>	Amarillo (uso animal), blanco (uso humano)	Blanco pero existen otros colores	Naranja, amarillos ó blancos cremosos
<b>Aspecto del grano</b>	Depresión en la corona (hendidura)	Espatulado	Redondo, suave al tacto
<b>Destino primario</b>	Alimentación animal (grano y silo)	Alimentación humana (platos especiales y bebidas)	Alimentación humana (polenta, harinas y trozos, maicena)
<b>Destino secundario</b>	Industrial, alimentación humana	Extracción de colorantes	—
<b>Ventajas</b>	Más cultivado, rendimiento de grano superior, accesibilidad a nivel ruminal alta	Menor tiempo de maceración en procesos de extracción	Susceptibilidad a agentes externos baja
<b>Desventajas</b>	Resistencia física baja, susceptible a hongos e insectos, pérdida de humedad lenta, dificultad en la trilla	Rendimiento de grano inferior a los maíces dentados y duros, facilidad de putrefacción, poder germinativo difícil de mantener	Rendimiento de grano inferior que los maíces dentados




 Referencias tipo de Endosperma:  Endosperma Duro  Endosperma Blando  Germen

ción animal (por ser el concentrado energético por excelencia), así como también a nivel industrial. Destinos secundarios engloban la producción de combustibles y compuestos químicos<sup>5</sup>. Se destaca por su riqueza en hidratos de carbono proporcionada por su abundante almidón, al igual que por su contenido de aceite (3-5%), proteínas (10% aunque de bajo valor biológico), vitaminas (complejo B), fibra soluble y su alto contenido de minerales (potasio, magnesio, hierro, fósforo y zinc, manganeso, selenio y azufre)<sup>6</sup>.

Existe una amplia oferta de cultivares de maíz en el mercado.

Tradicionalmente los programas de mejoramiento buscaban obtener incrementos en rendimiento, resistencia a determinadas plagas o enfermedades, tolerancia a estrés entre otras.

Desde hace unos años el mejoramiento genético ha logrado modificar características de la composición de grano, de alto impacto en la calidad (% de endosperma, cantidad de almidón, proteína y aceite). La composición química del grano de maíz, y por ende su valor nutritivo, depende del tipo de grano (dentado o harinoso), del genotipo (tecnología asociada), del ambiente (disponibilidad de agua, tipo de suelo, temperatura, entre otras),

del manejo (ej. la densidad de siembra alta incrementa las proporciones de hoja y tallo en detrimento de la cantidad de grano), del momento de cosecha y de la forma en que se suministra el alimento enfocado al tamaño de partícula y/o procesamiento.

Existen nuevas variedades de maíz con un contenido de aceite superior al estándar para la especie (variando de 6,6%<sup>6</sup> a 9,1%<sup>7</sup>) debido a su mayor proporción de germen del grano.

En el caso de los rumiantes no es recomendable excederse de 5-6% de extracto etéreo en la dieta total para evitar pérdidas o trastornos en el consumo y/o performance animal por mal funcionamiento del rumen<sup>8</sup>.

La adición de grasas (aceite de maíz) a la dieta en bovinos no deja de ser interesante a la hora de considerar cambio en el reparto de nutrientes, incremento en el volumen de leche<sup>9</sup>, mejoras en el funcionamiento ruminal<sup>10</sup>, mejoras en la calidad de la carne (marmoleado<sup>11</sup>), disminución de costos de alimentación en los feedlot<sup>12</sup>, dependiendo del objetivo perseguido y la inexistencia de otros factores limitantes.

En Uruguay, la mayoría de los maíces que ingresan a la Evaluación Nacional de Cultivares son de coloración naranja (61 a 72%) y del tipo semidentado (57 a 77%, Figura 4) considerando tanto maíz para grano como maíz para silo respectivamente<sup>13</sup>; lo cual estaría indicando el destino final de estos materiales de acuerdo a la clasificación antes mencionada.

## BIBLIOGRAFIA

<sup>1</sup>DIEA, 2017. [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/enc\\_agricola\\_inv2017.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/enc_agricola_inv2017.pdf)

<sup>2</sup>Cuitiño, M.J. y Cardozo, V. 2018. Guía para la Clasificación de maíz. Cartilla de divulgación de Cultivos N°79. INIA

<sup>3</sup>Earle, F., Curtis, J. and Hubbard, J. 1946. Composition of the component parts of the corn kernel. *Cereal Chem.* 23:504-511.

<sup>4</sup>Sturtevant E. L. (1899) Varieties of corn. USDA Off. Exp. Stn. Bull. 571:1108.

<sup>5</sup>Fassio, A., Cozzolino, D., Bonjour, V., Pascal, A., Condón, F., Delucchi, I. 2000. MAÍZ: variabilidad genética y usos alternativos del grano. ST 109 ISBN: 9974-38-108-8. 45p.

<sup>6</sup>7-M-2 FEDNA, Nov 2016

<sup>7</sup>Miller, P.A. y Brimall, B. 1951. Factors influencing the oil and protein content of the corn kernel. *Agronomy Journal* 43: 305-311.

<sup>8</sup>Clariget, J. y La Manna, A. 2015. <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/UCTT/Sequ%C3%ADa/Consideraciones%20para%20no%20excederse%20de%20grasa%20en%20dieta%20de%20bovinos.pdf>

<sup>9</sup>Loo, J. W. y Juárez Alfaro, P. M. 2017. Efecto de la suplementación de aceite de maíz sobre la producción, composición y el contenido de ácido linoleico conjugado en la leche de vacas Jersey bajo pastoreo rotacional intensivo. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura. Honduras. 22p

<sup>10</sup>Palmquist, D. L. 1996. Utilización de Lípidos en Dietas de Rumiantes. XII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA; [consultado 2017 septiembre 15]. [www.montanba.com.ar/download/37083/utideli.pdf](http://www.montanba.com.ar/download/37083/utideli.pdf)

<sup>11</sup>Andrae, J. G., Duckett, S.K., Hunt, C.W., Pritchard, G.T. and Owens, F.N. 2001. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. *J ANIM SCI*2001, 79:582-588

<sup>12</sup>Domingues, J. L. 2006. Avaliação do desempenho em confinamento, do metabolismo ruminal e do perfil de ácidos graxos da carne em novilhos Nelore, utilizando milho com alto teor de óleo nas dietas de terminação. Tese Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassungua. 101f.

<sup>13</sup>Cuitiño, M.J.; Manaslisky, S.; Vera, M., Morales, M., Cardozo, V. 2017. Resultados Experimentales de la Evaluación Nacional de Cultivares de maíz para grano y maíz para silo. Convenio INASE-INIA. Periodo 2016. p13-17.

## AGRADECIMIENTOS

A la colaboración de Sebastián Bogliacino, Carlos Ramallo, Marcelo Maidana y Ximena Morales en el registro fotográfico y a los Ings. Agrs Carlos Rossi, Marina Castro y Alberto Fassio por las sugerencias en la revisión del trabajo



**Figura 4** - a) Plantas de maíz con varias mazorcas; b) Ensayo de maíz con mazorcas pintadas con cal para minimizar el daño de loras; c) Mazorcas de maíz semidentado de color naranja





# ROYA ESTRIADA DE TRIGO: epidemia en 2017 asociada a la presencia de razas agresivas del patógeno y sus posibles consecuencias

Silvia Germán<sup>1</sup>, Gustavo Azzimonti<sup>1</sup>, Marina Castro<sup>2</sup>,  
Richard García<sup>1</sup>, Martín Quincke<sup>1</sup>, Silvia Pereyra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa Cultivos de Secano

<sup>2</sup> Evaluación Nacional de Cultivares

## INTRODUCCIÓN

La roya estriada de trigo, también denominada roya amarilla, es causada por el patógeno *Puccinia striiformis* f. sp. tritici. Al ser un patógeno biotrófico, puede solamente crecer y sobrevivir sobre plantas vivas del hospedero. Las pérdidas de rendimiento causadas por roya estriada pueden ser muy elevadas (hasta 100%) en cultivares susceptibles en condiciones extremas, cuando la enfermedad se presenta temprano y las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo (Roelfs *et al.* 1992).

## SÍNTOMAS

Se presenta en forma de pústulas de color amarillento que se disponen en una orientación lineal característica (estrías) sobre hojas (Figura 1), vainas y glumas.

Los síntomas son similares a los de roya de la hoja cuando las primeras infecciones se detectan en estado temprano de desarrollo, ya que en estos casos las pústulas no se disponen en las características estrías que son evidentes en infecciones más tardías (Figura 2).





**Figura 1** - Roya estriada afectando hojas de trigo.

### EPIDEMIOLOGÍA

La temperatura óptima para el desarrollo de roya estriada (10-15°C) es menor a la temperatura óptima para roya de la hoja (20°C) y roya del tallo (25°C). Para infectar al trigo, requiere como mínimo 6 horas de agua libre sobre el follaje, que puede provenir tanto de rocío como de lluvias leves. Las esporas del patógeno se mantienen viables al menos por varios días si permanecen secas y se dispersan por corrientes de aire, pudiendo trasladarse largas distancias, hasta cientos de kilómetros.

Si bien recientemente se demostró la ocurrencia del ciclo sexual de *P. striiformis* f. sp. *tritici* en varias especies del género *Berberis* (Jin *et al.* 2010), la ocurrencia del ciclo sexual no ha sido demostrada en América del Sur. En nuestra región se considera que el inóculo primario proviene de plantas voluntarias que sobreviven durante el verano, o de hospederos secundarios. El inóculo secundario se produce a partir de infecciones primarias o de sucesivos ciclos de infección, ya que es una enfermedad policíclica que puede avanzar rápidamente en materiales susceptibles cuando se dan condiciones favorables para su desarrollo.

Cuando ocurren infecciones tempranas, se observan típicos focos de la enfermedad en las chacras (Figura 3).

### SITUACIÓN DE LA ENFERMEDAD EN SUDAMÉRICA HASTA 2015

La roya estriada fue observada y descrita por primera vez en Argentina y Uruguay en 1929 (Rudorf y Job 1931). Durante 1929 y 1930 causó epidemias generalizadas y muy severas en la mayor parte de la región del Cono Sur (de Chile hasta Río Grande del Sur), causando pérdidas de rendimiento extremadamente altas (Boerger 1934; Vallega 1938).



**Figura 2** - Roya estriada en plántulas de trigo. Invernáculo de INIA La Estanzuela, 2018.



**Figura 3** - Foco de roya estriada en chacra de trigo

La roya estriada ha sido históricamente una de las enfermedades de trigo prevalentes en Chile, favorecida por las condiciones frescas de un ambiente de producción de alta latitud. Al este del Cono Sur, en Argentina, Uruguay, y en menor medida en Brasil y Paraguay, la roya estriada aparece regularmente en trigo pero raramente alcanza niveles epidémicos (Germán *et al.* 2007). En Uruguay, después de muchos años, la roya estriada presentó nuevamente niveles epidémicos en 1998, registrándose en forma generalizada en cultivos comerciales, con niveles importantes sobre cultivares susceptibles en los que se estimaron pérdidas de rendimiento de hasta 45% (Germán y Caffarel, 1999). Este suceso de 1998 coincidió con temperaturas inferiores a las normales registradas ese año. La roya estriada también estuvo presente causando infecciones relativamente localizadas en las zafras 2010 y 2015.

La presencia esporádica de la roya estriada en la región del Cono Sur al este de los Andes, a pesar de que en esta se utilizan cultivares susceptibles a la enfermedad, se debe probablemente a que el hongo no puede sobrevivir localmente durante el verano próximo a la región de cultivo de trigo y a condiciones climáticas marginales para el desarrollo de la enfermedad (Germán *et al.* 2007, Germán y Caffarel 1999). Estos dos factores provocan normalmente que el inóculo llegue tarde y el desarrollo de la enfermedad sea limitado.

### **DISPERSIÓN DE RAZAS AGRESIVAS DE *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* A NIVEL MUNDIAL**

En poco tiempo ocurrió una dispersión muy rápida de razas similares de *P. striiformis* f. sp. *tritici* a nivel mun-

dial (Hovmoller *et al.* 2008). Estas razas son más agresivas que las razas conocidas en Europa y Estados Unidos (EUA) hasta el año 2000, pudiendo producir hasta dos a tres veces más esporas por día, y han causado epidemias en regiones donde la roya estriada no era una enfermedad importante. Las razas presentes en la región sur y central de EUA hasta Canadá a partir del año 2000 tienen mayor adaptación a temperaturas de 18-20°C (Milus *et al.* 2006; Tran y Kutcher, 2015). Esta situación resultó en un incremento significativo en la dispersión de la roya estriada desde 1960 hasta 2015, alcanzando un 88% de la producción de trigo mundial susceptible a la infección (Beddow *et al.* 2015).

A diferencia de otras regiones del mundo donde la importancia de la roya estriada incrementaba, en la región este del Cono Sur no se registró otra epidemia de magnitud similar a las ocurridas durante 1929 y 1930 hasta el año 2017. Sin embargo, frente a la amenaza que representaba para nuestra región la dispersión a nivel mundial de las nuevas razas con mayor nivel de agresividad, en el marco de las actividades de difusión y entrenamientos organizadas por la Plataforma de Fenotipado para Enfermedades de Trigo en INIA La Estanzuela (INIA-CIMMYT) se organizó una reunión anexa sobre roya estriada (19 octubre, 2016).

En la misma participaron investigadores del país y la región relacionados a mejoramiento genético de trigo. Contó con una presentación de la situación de roya estriada a nivel global por parte del Dr. Amor Yahyaoui (CIMMYT) y un intercambio de ideas sobre las estrategias a adoptar por parte de los programas de mejoramiento de trigo frente a esta situación.

La amenaza que representaba la dispersión de las nuevas razas de roya estriada para Uruguay y la región fue también difundida por INIA en otros ámbitos (charlas técnicas, días de campo, clases en la Facultad de Agronomía). La situación de la roya estriada a nivel mundial e información general de la enfermedad hasta 2016 fue revisada por Carmona y Sautua (2016).

### **EPIDEMIA DE ROYA ESTRIADA EN ARGENTINA Y URUGUAY EN EL AÑO 2017**

Durante 2017 la roya estriada causó una epidemia generalizada y muy severa en Argentina y en Uruguay se presentó con alta severidad pero más tardíamente. La situación de roya estriada en ambos países se resumió en una presentación en una reunión anexa al Taller Técnico de la Iniciativa Global de Royas Borlaug (BGRI por su sigla en inglés), llevada a cabo en Marruecos (abril, 2018), realizada por Pablo Campos (EEA INTA Bordenave, Argentina), Silvia Germán y Gustavo Azzimonti: "Roya estriada, actualización de las epidemias en Sudamérica (Argentina y Uruguay)".

Los aspectos importantes a resaltar sobre esta epidemia se resumen a continuación.



## Daños

El cultivar más susceptible a roya estriada incluido en los ensayos de la Evaluación Nacional de Cultivares (ENC) de INIA/INASE durante 2017, afectado sólo por esta enfermedad, presentó pérdidas de rendimiento de grano entre 71 y 82%, representando mermas en rendimiento en el rango de 3900 a 4600 kg/ha, en dos ensayos instalados en La Estanzuela y uno en Dolores (en base a resultados de Castro *et al.*, 2018). En Argentina, se reportaron pérdidas entre 15% y 40% en cultivos comerciales, mientras que las pérdidas de rendimiento de seis cultivares sembrados en experimentos en seis localidades donde la roya estriada fue la enfermedad predominante fueron de 700 a 3600 kg/ha (P. Campos, *com. pers.*).

## Población del patógeno

Estudios realizados en Dinamarca de muestras de roya estriada recolectadas durante 2017 en Argentina (coordinado por M. Carmona) identificaron tres razas diferentes, que coincidieron con razas que causaron epidemias recientes en Europa y norte de África (Hövmøller *et al.*, 2018). La presencia en Argentina de razas detectadas previamente en Europa fue confirmada por Diane Saunders (John Innes Centre) en un Proyecto colaborativo entre Argentina y el Reino Unido (P. Campos, *com. pers.*).

Los resultados preliminares de análisis de razas de *P. striiformis* sobre un set diferencial utilizado en Uruguay y Argentina indican que la raza presente en Uruguay en siete muestras fue la misma que la detectada con mayor proporción en Argentina por P. Campos (*com. pers.*), ya que presentaron el mismo perfil de avirulencia/virulencia. En Argentina, se detectó al menos una raza con un mayor rango de virulencia sobre los genes presentes en las líneas utilizadas en el set diferencial (P. Campos, *com. pers.*) con respecto a la raza encontrada en Uruguay.

## Comportamiento de cultivares

El comportamiento de cultivares de trigo frente a roya estriada en 2017 fue caracterizado en base a la información sobre nivel de infección de la enfermedad recogida en ensayos de la Evaluación Nacional de Cultivares y en colecciones de enfermedades (Castro *et al.* 2018). Mientras que en Argentina el 43% de los cultivares comerciales fueron susceptibles a roya estriada (P. Campos, *com. pers.*), en Uruguay el 21% de los cultivares comerciales evaluados en la ENC en 2017 fueron susceptibles.

En Uruguay se detectaron cambios en el comportamiento de algunos cultivares en 2017, respecto a su caracterización 2016 (basada en información del año 2015), probablemente asociados a la presencia de la(s) nueva(s) raza(s) del patógeno.

**Cuadro 1** - Cultivares caracterizados en la Evaluación Nacional de Cultivares que cambiaron de comportamiento en 2017 respecto a su caracterización 2016\*.

Cultivar	2016	2017
ACA 908 (ZEUS)	I	S
CEIBO	I	MSS
FUSTE	MR	S
LE 2332 (INIA MADRUGADOR)	R	MS
LE 2428	R	I

Fuente: modificado de Castro *et al.* (2017, 2018)

\*Caracterización 2016, realizada en base a información del año 2015. R: resistente, MR: moderadamente resistente, I: comportamiento intermedio, MS: moderadamente susceptible, S: susceptible

## SITUACIÓN DE ROYA ESTRIADA DURANTE LAS PRIMERAS ETAPAS DE LA ZAFRA 2018

Durante la zafra de trigo 2018, el primer antecedente sobre la aparición de roya estriada en la región es de Argentina, donde a través de un Comunicado de INTA, Estación Experimental de Paraná, se reportó su detección temprana el 6 de agosto, en María Grande, Departamento de Paraná de la Provincia de Entre Ríos.

La primera detección de roya estriada en Uruguay en 2018 fue el 16 de agosto, simultáneamente en un cultivo comercial en Z22 en Paysandú y en una mezcla de materiales experimentales altamente susceptibles en INIA La Estanzuela, Colonia. Esta detección ocurrió un mes antes del primer registro de 2017 en ensayos del Programa de Mejoramiento de Trigo de INIA en La Estanzuela, Colonia (19 de setiembre). La presencia en Uruguay de infecciones más tempranas respecto a





2017 indica el probable desarrollo de una epidemia más severa, y daños potenciales mayores si las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de la enfermedad.

La aparición temprana de roya estriada en Entre Ríos, Argentina y en Uruguay, previo a reportes en el sur de la Provincia de Buenos Aires, podría indicar que la sobrevivencia del patógeno ocurrió en el área de siembra de trigo, o cercana a la misma, pudiendo estar asociado a la presencia de las razas tolerantes a mayor temperatura.

Si se confirma que el patógeno puede sobrevivir durante la estación crítica (verano) en el área de producción del cultivo o en sus proximidades, la enfermedad probablemente tendrá una frecuencia de aparición y severidad mayores en el futuro, y se deberán dedicar mayores esfuerzos de investigación para controlarla.

Estos incluyen el desarrollo de cultivares resistentes por parte de los programas de mejoramiento de la región, la selección de cultivares resistentes por parte de los productores, y el ajuste del manejo en base a fungicidas específicamente para esta enfermedad.

La presencia en Argentina de al menos otra raza de roya estriada con un rango de virulencia mayor al de la raza detectada en Uruguay, y la alta probabilidad de aparición de nuevas razas de *P. striiformis* f. sp. *tritici*

debido a la alta producción de inóculo durante la epidemia ocurrida en la zafra 2017, podrían provocar cambios en el comportamiento de cultivares. En esta situación, cultivares y líneas experimentales caracterizados previamente como resistentes o con niveles de resistencia intermedios (bajo a intermedio nivel de infección de roya estriada) podrían resultar susceptibles, presentando altos niveles de la enfermedad durante 2018.

### MANEJO DE LA ENFERMEDAD

Debido a la epidemia generalizada ocurrida en la zafra 2017 y a la alta probabilidad de aparición de nuevas razas de *P. striiformis* f. sp. *tritici*, se recomienda realizar un monitoreo periódico y frecuente, no sólo en cultivares categorizados como susceptibles a moderadamente susceptibles (caracterización sanitaria de cultivares actualizada a marzo 2018 por Castro *et al.*, (2018) disponible en: <http://inia.uy/Paginas/Caracterizacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-y-cebada.aspx>).

Si se detecta esta enfermedad, se recomienda la aplicación de fungicidas cuando se observan los primeros síntomas utilizando los mismos productos y tecnología que para roya de la hoja de trigo. Se recomienda especialmente no utilizar subdosis de los productos. En el Cuadro 2 se presenta información de la eficiencia de control de distintos fungicidas/dosis para cada enfermedad.

**Cuadro 2** - Eficiencia de control de fungicidas para enfermedades de trigo (INIA La Estanzuela, 1984-2017).

Ingrediente activo (Nombre comercial evaluado)	Dosis cc/ha	SEPT	MA	RH	FUS	RT
Carbendazim + epoxiconazol ( <i>Swing</i> )	750-1000	AI	I	I	I	
Metconazol + epoxiconazol ( <i>Swing Plus</i> )	1500	A	-	AI	A	
Tebuconazol + carbendazim ( <i>onus 25+carbendoflow 50</i> )	750+500	-	-	-	IA	
Tebuconazol ( <i>Orius 250 EW</i> )	750	-	-	I	I	
Tebuconazol ( <i>Silvacur 25 EW</i> )	700	-	IA	-	IA	
Protiocanazol + tebuconazol ( <i>Prosoro</i> )		AI			A	
Propiconazol + coproconazol ( <i>Arteo</i> )	400	I	IA	IA	-	
Azoxistrobin + ciproconazol (-----)	350	IA	IA	A		AI
Piraclostrobin + eóxicanazol ( <i>Opera</i> )	1000	A	A	A		
Trifloxistrobin + propiconazol ( <i>Stratego</i> )	500-750	I	BI	A		
Kresoxim-metil + epoxiconazol ( <i>Allegro</i> )	1000	A	A	A		
Trifloxistrobin + tebuconazol ( <i>Nativo</i> )	800	A	IA	AI		
Azoxistrobin + ciproconazol ( <i>StigmarXtra</i> )	350	I	I	A		-
Azoxistrobin + ciproconazol (-----)	350	IA	IA	AI		-
Propiconazol + epoxiconazol ( <i>Abacus HC+Dash</i> )	500	A	A	A		A
Azoxistrobin + tebuconazol ( <i>Stigmar Plus</i> )	500	IA	I	A		-
Piraclostrobin + epoxiconazol ( <i>Sona</i> )	1000	A	A	A		-
Azoxistrobin + tebuconazol ( <i>Avert</i> )	200	I	-	AI		-
Azoxistrobin + tebuconazol ( <i>Azote</i> )	400	IA	I	AI		-
Trifloxistrobin + protiocanazol ( <i>Cripton</i> )	700	A		AI		-
Piraclostrobin + epoxiconazol + fluxapiroxad ( <i>Xantho</i> )	1200	A	A	A		A

NO RECOMENDADOS POST FLORACIÓN

Eficiencias de control: A - Alta; I: Intermedia; B: Baja

SEPT: mancha de la hoja o septoriosis; MA: mancha amarilla o parda; RH: roya de la hoja; FUS: fusariosis de la espiga; RT: roya del tallo

Como no se dispone de información específica para el control de roya estriada, debe considerarse la columna correspondiente a roya de la hoja (RH) como guía para seleccionar los productos para controlar roya estriada.

#### AGRADECIMIENTOS

A Fernando Pereira y Noelia Pérez por su participación y apoyo en las actividades de investigación en royas de trigo.

#### REFERENCIAS

Beddow JM, Pardey PG, Chai Y, Hurley TM, Kriticos DJ, Braun HJ, Park RF, Cuddy WS, Yonow T. 2015. Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. *Nature Plants*. DOI: 10.1038/NPLANTS.2015.132

Boerger A (1934) Consideraciones retrospectivas acerca de la primera aparición epidémica de la roya amarilla (*Puccinia glumarum* (Schm) Erikss. et Henn.) en el Río de la Plata. *Revista del Ministerio de Industrias (Montevideo)*: 5–16.

Carmona M, Sautua F. 2016. Roya amarilla del trigo. Nuevas razas en el mundo, monitoreo y uso de fungicidas. Disponible en: [http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/CARMONA-SAUTUA\\_Roya-amarilla-2017\\_FAUBA.pdf](http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/CARMONA-SAUTUA_Roya-amarilla-2017_FAUBA.pdf)

Castro M, Germán S, Pereyra S, Azzimonti G. 2018. Caracterización sanitaria de cultivares de trigo y cebada. Disponible en: <http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA%20La%20Estanzuela/caracterización%20sanitaria%20trigo%20y%20cebada3.pdf>

Castro M, Germán S, Pereyra S, Azzimonti G. 2017. Caracterización sanitaria de cultivares de trigo y cebada. Disponible en: <http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA%20La%20Estanzuela/CARACTERIZACION%20SANITARIA%20DE%20CULTIVARES%20DE%20TRIGO%20Y%20CEBADA%202016.pdf>

Castro M, Pereyra S, Azzimonti G, Germán S, Morales X, García R, González N, Castro B. 2018. Resultados Experimentales de la Evaluación Nacional de Cultivares de Trigo ciclo Intermedio. Período 2017. INASE-INIA. INIA La Estanzuela. 43 p.

Germán S, Barcellos A, Chaves M, Kohli M, Campos P, de Viedma L. 2007. The situation of common wheat rusts in the Southern

Cone of America and perspectives for control. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 620–630.

Germán S, Caffarel JC. 1999. Roya estriada de trigo. In *Jornada de Cultivos de Invierno*. INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay. Serie Actividades de Difusión No. 188. pp. 25–32.

Hovmøller MS, Rodríguez-Algaba J, Thach T, Justesen AF, Hansen JG. 2018. Report for *Puccinia striiformis* race analyses and molecular genotyping 2017, Global Rust Reference Center (GRRC), Aarhus University, Flakkebjerg, DK- 4200 Slagelse, Denmark. Disponible en: [http://wheatrust.org/fileadmin/www.grcc.au.dk/International\\_Services/Pathotype\\_YR\\_results/Summary\\_of\\_Puccinia\\_striiformis\\_race\\_analysis\\_2017.pdf](http://wheatrust.org/fileadmin/www.grcc.au.dk/International_Services/Pathotype_YR_results/Summary_of_Puccinia_striiformis_race_analysis_2017.pdf)

Hovmøller MS, Yahyaoui AH, Milus EA, Justesen AF. 2008. Rapid global spread of two aggressive strains of a wheat rust fungus. *Molecular Ecology* (2008) 17, 3818–3826 doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03886.x

Jin Y, Szabo LJ, Carson M. 2010. Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of *Berberis* as an alternate host. *Phytopathology* 100:432-435.

Milus EA, Seyran E, McNew R. 2006. Aggressiveness of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* isolates in the south-central United States. *Plant Dis.* 90:847-852.

Roelfs AP, Singh RP, Saari EE. 1992. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. México, D.F.: CIMMYT. 81 pp.

Rudorf W, Job M. 1931. La existencia de *Puccinia glumarum tritici* (Schmidt) Erikss. et Henn. en los países del Río de la Plata. *Arch. Soc. Biol. Montevideo* 5, Suppl.: 1363-1370.

Tran VA, Kutcher HR. 2015. Temperature Effects on the Aggressiveness of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, Stripe Rust of Wheat. Disponible en: <http://www.usask.ca/soilscrops/conference-proceedings/2015%20pdf/day-1-presentations/room-1-008-tran.pdf>

Vallega J. 1938. Dos nuevas selecciones de trigo de origen híbrido inmunes a *Puccinia glumarum*. *Revista de la Facultad de Agronomía (La Plata)* 22: 139–145.







# AVANCES EN MEJORAMIENTO GENÉTICO DE TOMATE

Matías González Arcos, Ariel Manzioni,  
Ana Arruabarrena, Joanna Lado, Esteban Vicente,  
Gustavo Giménez, Alberto Lenzi.

El objetivo del proyecto de mejoramiento genético de tomate de INIA es aportar a la competitividad del sector productivo, teniendo en cuenta la calidad del producto y el impacto ambiental. Para eso, en el año 2012 se inició una línea de trabajo involucrando diferentes tipos y segmentos comerciales, creando y seleccionando híbridos experimentales con énfasis en los diferentes ambientes productivos, teniendo en cuenta tres criterios básicos de selección: eficiencia productiva, calidad de fruta y resistencia a enfermedades.

En el año 2016 INIA firmó un convenio con la empresa brasilera Agrocinco con el objetivo de complementar esfuerzos en la etapa de mejoramiento, validación, producción y comercialización de semilla. Se espera contar con los primeros lotes comerciales de semilla para el año 2019-2020.

Desde el inicio, el proyecto concentró esfuerzos en tomates redondos (conocidos comercialmente como “Larga Vida” y “Americano”). Los materiales fueron generados en INIA y replicados en diferentes puntos de evaluación en Uruguay y Brasil.

A modo de ejemplo, destacamos los materiales HT72 y HT117, seleccionados en Uruguay en condiciones de invernadero. Su liberación estaría prevista para el año 2019-2020. A su vez, el híbrido HT91 fue seleccionado en Brasil bajo condiciones de producción a campo y recientemente liberado exclusivamente para ese mercado bajo el nombre comercial de ‘INIA Cimarrón’. Se está evaluando su liberación para otros mercados del mundo.

**HT72:** es un híbrido de tomate redondo indeterminado que posee el conjunto básico de resistencia a enfermedades (TMV, TSWV, F1, F2, V, N). Se trata de un material de vigor medio, muy precoz, con alta producción en ciclos cortos de otoño y primavera. Produce frutas uniformes, muy firmes, de calibre medio-grande y muy buena calidad, manteniendo buen formato en condiciones adversas de polinización. Se destaca por no presentar desórdenes en maduración en condiciones de alta y baja radiación incidente, por lo que puede ser utilizado en ciclos extendidos hacia el verano e invierno (Figura 1).





**Figura 1** - Detalles de planta y fruta del híbrido experimental HT72. Primavera 2017 y otoño 2018 bajo invernadero. Salto.

**HT117:** es un híbrido de tomate redondo indeterminado que posee el conjunto básico de resistencia a enfermedades (TMV, TSWV, F1, F2, V, N), lo que complementa con resistencia a tres importantes patógenos foliares que afectan el cultivo: *Oidium neolycopersici*, algunas razas de *Cladosporium fulvum* y *Stemphylium* spp. Además, posee alta tolerancia (baja expresión de síntomas) de ToCV (género *Crinivirus*), manteniendo la coloración verde del follaje aún en condiciones de alta presión del virus. Es un material de vigor medio, con hábito de planta abierto y producción media-alta en ciclos cortos de otoño y primavera. Produce frutas uniformes, firmes, de calibre medio y muy buena calidad, que mantienen el formato en condiciones adversas de polinización.



**Figura 2** - Detalles de planta y fruta del híbrido experimental HT117. Producción bajo invernadero en primavera 2017 y otoño 2018. 100 días postrasplante. Salto, Uruguay.

Se destaca por su excelente sanidad foliar, lo que permite que pueda adaptarse fácilmente a sistemas productivos diseñados para hacer un uso mínimo de aplicaciones sanitarias (Figura 2).

**HT91 ('INIA Cimarrón' en Brasil):** es un híbrido de tomate redondo indeterminado que posee un conjunto muy completo de resistencia a enfermedades (TMV, TSWV, TYLCV, F1, F2, F3, V, Cf, N). Es un cultivar seleccionado en condiciones de producción a campo abierto en Brasil, donde se destaca por su alto vigor, buena cobertura foliar y alta producción de frutas de tamaño medio-grande, muy firmes y de excelente color externo. Mantiene su calidad de fruta en condiciones de alta radiación incidente (ausencia de hombros amarillos) y también en período de lluvias (ausencia de manchas y rajado) (Figura 3).



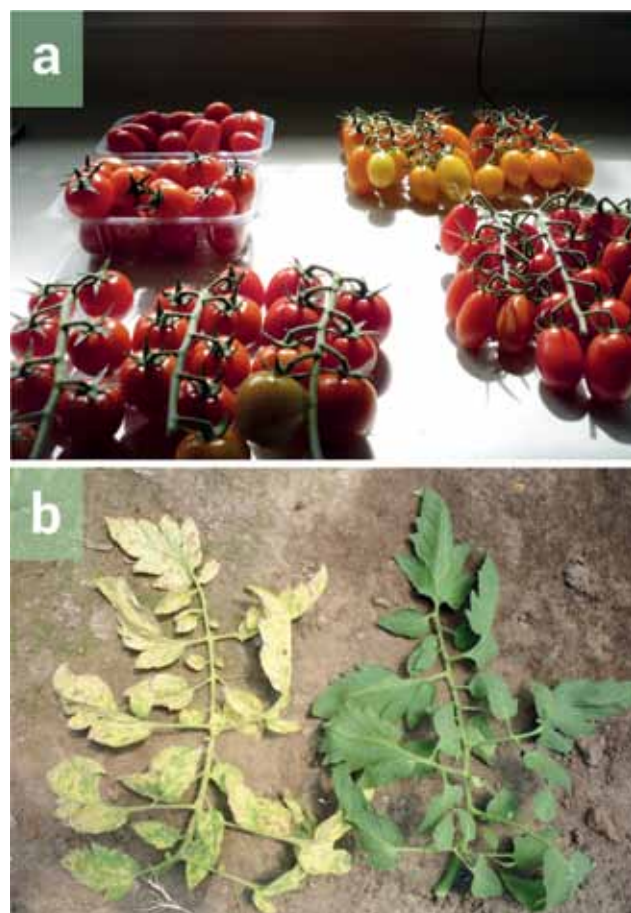
**Figura 3** - Detalles de planta y fruta del híbrido experimental HT91. Producción a campo abierto durante otoño 2018. San Pablo, Brasil.

## PERSPECTIVAS

**Producción en diferentes ambientes:** el proyecto pretende generar cultivares para responder a las diferentes demandas productivas del país. Se busca adaptación a ambientes protegidos y campo, en condiciones de alta y baja radiación incidente, con énfasis en ciclos cortos y medios de plantas indeterminadas y semi-determinadas.

**Calidad superior, productos diferenciados:** en el proyecto se ha generado material genético interesante dentro del tipo pera (saladette o italiano). En esta categoría se ha buscado mantener formato y coloración en condiciones desfavorables de baja temperatura.

Se está trabajando con tipos comerciales especiales (cherry y cluster) enfocado a lograr productos diferenciados (ejemplo: por facilidad de consumo, sabor, calidad nutricional) en cultivares adaptados a las condiciones locales (Figura 4a). Otra de nuestras líneas de trabajo busca aumentar los contenidos de licopeno y vitamina C en fruta madura, favoreciendo el aporte de antioxidantes y la intensidad del color rojo.



**Figura 4 -** (a) Ejemplo de materiales diferenciados: frutos tipo cherry en formatos redondo y alargado (grape), cosecha individual y en racimo (b) Sanidad foliar del híbrido HT117 (Cf, On, Ss) (derecha) respecto a material sensible (izquierda) en sistema sin aplicación de fungicidas.

**Resistencia a enfermedades:** utilizando la selección asistida por marcadores moleculares trabajamos en incorporar en nuestros cultivares un complemento básico de resistencia a virus (ToMV, TSWV) y patógenos de suelo (V, F1, F2, y N). Además, nos hemos enfocado en la selección de materiales que reúnen resistencia a *Oidium neolycopersici* (On), *Stemphylium* spp. (Ss), y a las razas predominantes de *Cladosporium fulvum* (Cf). Esto permitiría restringir considerablemente el número de aplicaciones destinadas a estos patógenos (Figura 4b).

También trabajamos en la identificación, caracterización e incorporación de tolerancia al ToCV perteneciente al género *Crinivirus*. Este tipo de materiales (ej. HT117) expresa en menor medida los síntomas provocados por el virus (clorosis, amarillamientos, manchas necróticas).

Por otro lado, se investiga en la incorporación de resistencia a patógenos que se han identificado como potenciales amenazas para nuestra producción. De esa forma, podríamos adelantarnos a futuras problemáticas con materiales ya adaptados. Es el caso de la resistencia aportada por el gen *Ty-1* a diferentes miembros del género *Begomovirus* (transmitidos por diferentes biotipos de la mosca blanca, *Bemisia tabaci*) y la resistencia aportada por el gen *I-3* al hongo de suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (raza 3) que provoca pérdidas por marchitamiento y muerte de plantas.

## REFERENCIAS PARA RESISTENCIAS/TOLERANCIAS

ToMV-Resistencia a los *Tobamovirus* TMV y ToMV.

TSWV-Resistencia a los *Tospovirus* TSWV, GRSV, y TCSV.

TYLCV-Tolerante a TYLCV y otros *Begomovirus* bipartidos.

N-Tolerante a los nematodos de agallas *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* y *M. arenaria*.

F1, F2 y F3- Resistencia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (raza 1, 2 y 3 respectivamente).

V- Resistente a *Verticillium dahliae* V. *albo-atrum* (raza 1)

On- Resistencia a *Oidium neolycopersici*.

Cf- Resistencia a algunas razas de *Cladosporium fulvum*.

Ss- Resistencia a las diferentes especies del género *Stemphylium*

Para acceder a versión digital con links, fotos y videos en: [www.inia.uy](http://www.inia.uy) o escaneando el código QR.







# LOS FRUTOS CÍTRICOS: color, sabor y salud

Ana Inés Moltini<sup>1,2</sup>, Eleana Luque<sup>1</sup>, Pedro Pintos<sup>1</sup>,  
Fernando Rivas<sup>1</sup>, Gastón Ares<sup>3</sup>, Florencia Alcaire<sup>3</sup>,  
Facundo Ibañez<sup>2</sup>, Joanna Lado<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Plataforma Agroalimentos INIA

<sup>3</sup>Sensometría y Ciencia del Consumidor,  
Facultad de Química

## INTRODUCCIÓN

La incorporación de frutas y hortalizas en la dieta previene el desarrollo de enfermedades crónicas, como ser cardiovasculares, cáncer, problemas oculares, entre otros. De este modo, la alimentación con aporte de frutas y hortalizas contribuye a prevenir la incidencia de diferentes patologías.

Los cítricos constituyen uno de los frutales más producidos, comercializados y consumidos a nivel mundial y presentan una vida postcosecha extendida, lo que facilita el transporte y almacenamiento, así como su conservación en el hogar. A su vez, están compuestos por un grupo muy diverso de especies, entre los que se agrupan

muchas variedades de mandarinas y sus híbridos, limones, naranjas y pomelos. Entre los grupos más aceptados se encuentran las mandarinas, las cuales son cada vez más demandadas por los consumidores debido a su sabor y practicidad de consumo. Además de estas características, las mandarinas aportan una gran variedad de nutrientes y compuestos nutraceuticos con probados beneficios adicionales en la salud humana.

Los cítricos, variando según la especie, acumulan dentro del fruto una gran diversidad de compuestos antioxidantes protectores, vitaminas, minerales, azúcares, ácidos, aminoácidos esenciales, carotenoides, flavonoides y limonoides con diferentes propiedades nutraceuticas (Figura 1).





**Tabla 1** - Datos de calidad interna (pulpa) de las variedades nacionales y sus parentales en el momento de cosecha.

	EL x MC			EL x SW			EL x PG			EL	MC	SW	PG
	A218	B475	A30	M9	M19	B30	F7P3	F3P8	F2P3				
Color Interno (ICC)	7,5	7,1	6,4	6,8	7,1	7,9 <sup>a</sup>	5,8	5,0	4,6 <sup>b</sup>	6,2	4,6 <sup>b</sup>	7,8 <sup>a</sup>	6,2
Sólidos Solubles (°Brix)	12,9 <sub>bc</sub>	13,5 <sub>bc</sub>	13,2 <sub>bc</sub>	12,8 <sub>bc</sub>	13,3 <sub>bc</sub>	15,0 <sub>ab</sub>	13,3 <sub>bc</sub>	11,7 <sub>bc</sub>	18,9 <sub>a</sub>	13,1 <sub>bc</sub>	11,7 <sub>bc</sub>	10,4 <sub>c</sub>	11,3 <sub>bc</sub>
Acidez (mg ácido cítrico/100 ml jugo)	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,5	1,0	1,0	1,1	1,5	0,7	0,9	1,0
% Jugo	42	48	55 <sup>a</sup>	38 <sup>b</sup>	48	48	50	53	47	55 <sup>a</sup>	38 <sup>b</sup>	46	50

Los datos son promedios de 3 años de evaluación. Letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades para cada variable estudiada. Ausencia de letras indica ausencia de diferencias (Tukey  $p < 0,05$ ).

En relación al color interno, todas presentan coloraciones naranja con una mayor intensidad para los híbridos de Ellendale y Satsuma o Mandarina común (con valores de ICC mayores a 6). En el caso de los híbridos de Ellendale x Page la coloración es menos intensa en la pulpa (ICC menor a 6; Tabla 1).

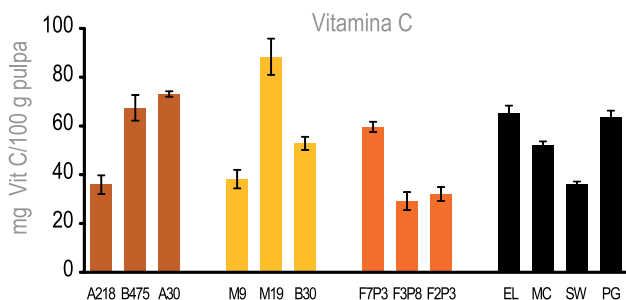
En todos los casos, el nivel de sólidos solubles (°Brix) es elevado (cuanto mayor es el valor, es mayor el dulzor de la variedad), con valores especialmente importantes en F2P3, que alcanza casi 19°Brix, un contenido muy poco común en mandarinas. Entre los híbridos de ELxSW destaca B30, con 15°Brix, presentando también esta variedad una mayor acidez (Tabla 1). La acidez es menor en los híbridos de ELxPG, lo que se combina con un nivel interesante de sólidos solubles.

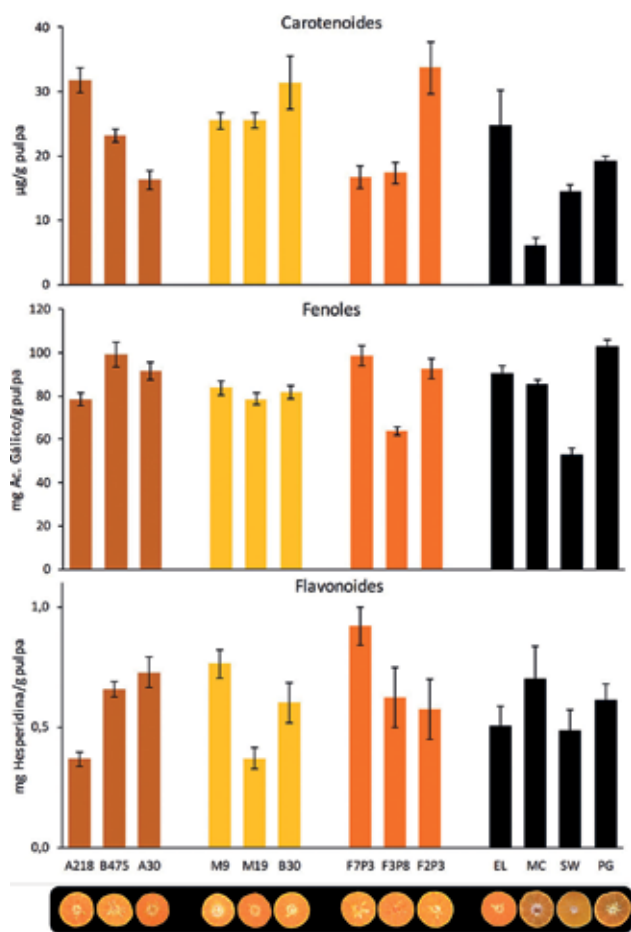
En cuanto al contenido de jugo, algo muy valorado por los consumidores, destacan F3P8 y A30 con valores superiores al 50%, lo que resulta destacable en comparación a otras variedades existentes en el mercado.

En todos los casos el contenido de jugo es superior al 46%, con excepción de A218 que apenas supera el 40% de jugo (Tabla 1). Los cruzamientos permitieron mejorar esta característica de calidad, que resulta superior en todos los híbridos si se toma como referencia el contenido de jugo de la mandarina común (38%). Se destaca especialmente el elevado contenido de sólidos solubles en todos los híbridos (11,7-18,9°Brix), el que es mayor o igual a la mayoría de sus parentales (10,4-13,1°Brix).

Además de estas características sensorialmente atractivas, los cítricos aportan una gran diversidad de compuestos, cuyo consumo frecuente puede ayudar a prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas. La mayoría de estos compuestos presenta actividad antioxidante y también diferentes propiedades en órganos y tejidos específicos (Liu *et al.*, 2012; Rao y Rao, 2007). El contenido de compuestos antioxidantes en las frutas es variable según la especie e incluso variedad estudiada. Es así como dos variedades "hermanas", o sea hijas de los mismos parentales, pueden mostrar un contenido variable en carotenoides y vitaminas.

La vitamina C es la principal vitamina presente en los cítricos y los contenidos también son variables (Figura 3). En general, el contenido de vitamina C en las mandarinas oscila entre 20 y 65 mg cada 100 g de pulpa o mL de jugo (Lado *et al.*, 2016; Martí *et al.*, 2009). Las variedades nacionales también oscilaron entre estos valores, aunque algunas superan estos rangos, como es el caso de M19 (88 mg/100 g), A30 (73 mg/100 g) y B475 (67 mg/100 g). El contenido de esta vitamina es menor en los híbridos de Ellendale x Page (25-32 mg/100 g), aunque destaca F7P3 con 60 mg/100 g. Entre los híbridos de Ellendale x Mandarina común, destacan A30 y B475 (67-73 mg/100 g), siendo menor el contenido de esta vitamina en A218 (36 mg/100 g). La mandarina Satsuma presenta un contenido de vitamina C en pulpa de unos 20-30 mg en 100 g de pulpa (Alós *et al.*, 2014), por lo que su cruce con Ellendale logró aumentar el contenido de esta vitamina, especialmente en el caso de M19 y B30.

**Figura 3** - Contenido de vitamina C en la pulpa de variedades nacionales y sus parentales (EL, MC, SW, PG).



**Figura 4** - Contenido de carotenoides, fenoles y flavonoides totales en la pulpa de variedades nacionales y sus parentales (EL, MC, SW, PG).

En relación a los pigmentos responsables del color naranja que vemos en los cítricos, los carotenoides, los contenidos totales en las mandarinas nacionales varían entre 20 y 45  $\mu\text{g}$  por gramo de pulpa en los años estudiados, siendo similares a lo descrito internacionalmente para mandarinas y sus híbridos (Alquezar *et al.*, 2008; Lado *et al.*, 2016).

Los híbridos B30 y F2P3, conjuntamente con el parental Ellendale fueron los que presentaron una mayor variabilidad inter-anual en el contenido de carotenoides. En la mandarina Satsuma, el contenido de carotenoides en la pulpa oscila entre 15 y 34  $\mu\text{g}/\text{g}$ , mientras que en los diferentes híbridos se ha medido un rango entre 8 y 37  $\mu\text{g}/\text{g}$  (Lado *et al.*, 2016).

En el caso de los híbridos uruguayos, el mayor contenido de carotenoides (promedio de 3 años) lo presentaron A218, B30 y F2P3 (31 a 34  $\mu\text{g}$  por g de pulpa), siendo en todos los casos superiores a sus parentales, los cuales presentaron entre 6 y 25  $\mu\text{g}/\text{g}$  de pulpa. A continuación se presentan B475, M9 y M19 (23 a 25  $\mu\text{g}/\text{g}$  de pulpa) y por último A30, F7P3 y F3P8 (16-17  $\mu\text{g}/\text{g}$  de pulpa; Figura 4).

Otros compuestos antioxidantes con propiedades relevantes en la prevención de enfermedades son los fenoles y flavonoides. En el contenido de fenoles totales destacan el parental PG (102 mg AG/g pulpa) y dos de sus híbridos F2P3 y F7P3 con valores de 93 y 99 mg AG/g pulpa, respectivamente. El contenido de F3P8 es menor, con 64mg AG/g pulpa. Por otro lado, dos híbridos de MC (A30 y B475) destacan con un mayor nivel de fenoles totales (92 y 99 mg AG/g pulpa, respectivamente; Figura 4).

El contenido de flavonoides totales resultó muy variable entre los tres años estudiados, dependiendo en gran medida su acumulación de variables ambientales y de manejo, así como del punto óptimo de cosecha. Destacan el contenido promedio de F7P3 (0,92 mg hesperidina/g pulpa), A30 (0,73 mg hesperidina/g pulpa) y M9 (0,76 mg hesperidina/g pulpa). El menor contenido de flavonoides lo presentaron los parentales EL y SW, con valores cercanos a 0,50 mg hesperidina/g pulpa y los híbridos A218 y M19, con 0,37 mg hesperidina/g pulpa (Figura 4).

## CONSIDERACIONES FINALES

Es importante destacar que todos los híbridos tienen una combinación interesante de estos tres grupos de compuestos antioxidantes, mostrando en general valores superiores a los de sus parentales. Lo anterior, combinado con un elevado contenido de jugo y azúcares solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), aporta a las características sensoriales del producto. Es importante conocer estas características en las variedades nacionales, ya que son ampliamente valoradas por el consumidor e influyen positivamente y con mayor peso en la decisión de compra (Figura 2). La combinación de diferentes padres con características destacadas permite potenciar y mejorar las mismas en los híbridos nacionales.

## REFERENCIAS

- Alós, E., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2014. Differential transcriptional regulation of L-ascorbic acid content in peel and pulp of citrus fruits during development and maturation. *Planta* 239, 1113–1128.
- Alquezar, B., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2008. Carotenoid biosynthesis and their regulation in Citrus fruits. *Tree For. Sci. Biotechnol.* 2, 23–35.
- Lado, J., Cuellar, F., Rodrigo, M.J., Zacarías, L., 2016. Nutritional Composition of Mandarins, in: Simmonds, M.S.J., Preedy, V.R. (Eds.), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press, pp. 419–443.
- Liu, Y., Heying, E., Tanumihardjo, S., 2012. History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 11, 530–545.
- Martí, N., Mena, P., Cánovas, J.A., Micol, V., Saura, D., 2009. Vitamin C the role of citrus juices as functional food. *Nat. Prod. Commun.* 4, 677–700.
- Rao, V, Rao, L.G., 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacol. Res.* 55, 207–16.





# ¿ES POSIBLE LA PRODUCCIÓN CONJUNTA DE VID Y OVINOS?

Paul Ruiz<sup>1</sup>, José Manuel Verdes<sup>1</sup>, Andrés Coniberti<sup>2</sup>,  
Liliana del Pino<sup>2</sup>, Javier Frade<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Veterinaria, UdelaR

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

<sup>3</sup>Secretariado Uruguayo de la Lana

## INTRODUCCIÓN

Las ovejas y otros animales se utilizan con el objetivo de reducir la vegetación no útil en determinados cultivos intensivos. Particularmente el pastoreo de viñedos durante el periodo invernal, cuando el riesgo de daño de las plantas de vid es bajo y la disponibilidad de forraje disminuye. Esta es una práctica adoptada por muchos productores dedicados a ambas producciones.

Dada su elevada fertilización y a que, en general, ocupan suelos de relativamente mejor fertilidad natural, tanto los viñedos como otros frutales representan una gran fuente de alimento potencial para la producción animal. Sin embargo, a nivel productivo es un inconveniente

hacer convivir la producción de ovinos con la de cultivos, fundamentalmente aquellos que carecen de un periodo de receso invernal. La principal dificultad radica en que estos animales encuentran extremadamente palatables estas plantas y sus frutos, consumiéndolas con gran avidez cuando no se controla el acceso de los animales durante el pastoreo, lo que genera grandes pérdidas para los productores.

La posibilidad de que los ovinos convivan con plantaciones frutales durante todo el ciclo productivo sería de suma importancia. Además de la potencial generación de ingresos económicos, implícito en el uso del cuadro de vid como pastura, permitiría una significativa reducción de los costos asociados a las aplicaciones



**Figura 1** - Prueba de consumo en vid. En la última etapa del protocolo se evalúa el efecto del LiCl en pastoreo entre líneas cercadas. Arriba grupo de animales tratado con LiCl (observar que ninguno está consumiendo). Abajo grupo control (observar que todos consumen).

de herbicidas y tratamientos culturales dirigidos a reducir la competencia y/o permitir transitabilidad de los viñedos, lo que acarrea otros beneficios asociados a la reducción del impacto ambiental de la producción (crecientemente valorada por el consumidor de vino). Estos aspectos cobran particular relevancia en predios de pequeños productores familiares, en los que los ovinos podrían contribuir a complementar los ingresos.

Pero ¿es posible la producción conjunta de vid y ovinos? En la actualidad estamos desarrollando un protocolo de aversión condicionada para vid en ovinos. La aversión condicionada es un sistema basado en que los individuos aprendan sobre una conducta en base a la asociación de estímulos condicionados con incondicionados, las cuales van a determinar la probabilidad de que esta conducta se repita o no. En esta línea de trabajo se utiliza el cloruro de litio (LiCl) intragástrico como aversor para desestimular el consumo de un alimento problema. Se basa en que el animal asocie el último alimento consumido con el malestar gástrico que genera el LiCl.

Esto ha generado una línea de trabajo conjunto entre la Facultad de Veterinaria con el SUL y el INIA Las Brujas donde estamos desarrollando protocolos de aversión en ovinos de diferentes razas en viñedos del INIA Las Brujas.

## ¿EN QUE CONSISTE EL PROTOCOLO DE AVERSIÓN?

De forma esquemática, el protocolo que se está estudiando implica tres etapas. En la primera se acostumbra a los animales estabulados a comer la hoja de la planta, luego que se logra que todos los animales coman la planta, de forma consecutiva se les administra LiCl (200 mg/kg de peso vivo) asociado al consumo de la misma para buscar la asociación del efecto de la droga con el último alimento. Luego, se pasa a la segunda fase donde se evalúa durante días consecutivos el consumo de la planta, de esta forma si el LiCl tuvo efecto los animales dejarán de comerla. Finalmente, se pasa a la tercera fase que implica llevar a los animales a la vid, soltándolos en ayuno en líneas cercadas sin pasturas. Allí se filman para estudiar la cantidad de bocados que cada animal le da a las plantas (Figura 1); estas pruebas de consumo se repitieron una vez al mes durante 6 meses.

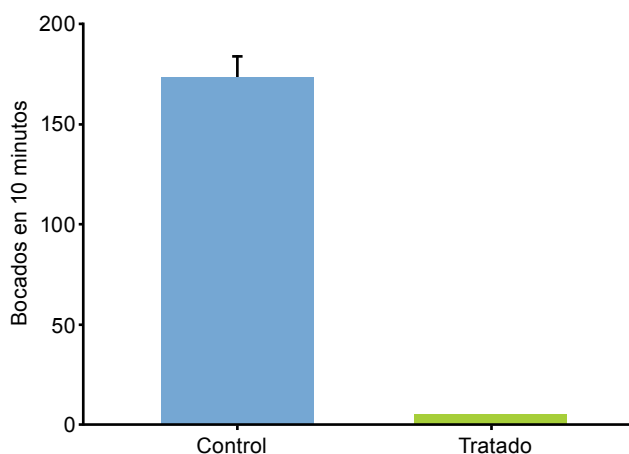
## RESULTADOS PRELIMINARES

Lo que se visualiza en la Figura 1 se pudo cuantificar desgrabando cada prueba de consumo, y contando cuantos bocados en 10 minutos daba cada animal (Figura 2). En el gráfico queda en evidencia el efecto que tuvo el LiCl en los animales tratados, en promedio estos dieron 5 bocados en 10 minutos mientras que los animales control (sin tratamiento) dieron 173 bocados en el mismo tiempo.

## PERSPECTIVAS

Los resultados son provisorios, aún quedan pruebas de consumo de vid por desgrabar y cuantificar bocados para caracterizar la evolución del efecto del LiCl sobre el consumo en el tiempo. En experiencias en olivares se verificó una duración del efecto del LiCl de más de 6 meses, lo que indicaría que se podría esperar un efecto similar en el caso de los viñedos.





**Figura 2** - Cantidad de bocados de hoja de vid en 10 minutos que dio en promedio el grupo control, y el grupo tratado con LiCl. Los datos se expresan según las medias  $\pm$  el error standard de la media.

Otro elemento observado, pero aun no cuantificado, es que hacia fin de año, cuando la uva fue madurando, todos los animales, inclusive los tratados, la consumieron. Este hecho da indicios de que el efecto del LiCl fue útil para evitar el consumo de las hojas, pero no fue generalizado para los frutos luego del invierno (mayor palatabilidad que las hojas). Esto podría implicar que los animales puedan ser tratados para no consumir la planta, aunque no podrían convivir todo el año en los viñedos, debiendo sacarlos del pastoreo desde el inicio de la maduración de la uva hasta la cosecha (dos meses aproximadamente). O bien debería aplicarse un condicionamiento diferencial o adicional (protocolo de aversión) dirigido a evitar el consumo no solo de hojas, sino también de frutos.

Otro punto a discutir es la viabilidad del tratamiento considerando su rentabilidad, ya que en nuestro estudio



cada toma de LiCl tuvo un costo de U\$S 15, siendo importante discutir la relación entre el gasto de LiCl para dosificar la majada y el beneficio obtenido por pastorear en las entrelíneas de los viñedos (control de consumo de vid y pastoreo de malezas asociadas al cultivo). El gasto de LiCl podría ser disminuido importándolo en grandes volúmenes, o generando sistemas de aversión social, en los que sean tratados los animales de mayor jerarquía, por ejemplo el grupo de madres, que les enseñen a sus corderos a no comer, así estos últimos no deberían ser tratados con LiCl.

En síntesis, la herramienta ha mostrado ser efectiva para evitar el consumo de la hoja de la planta, y promete ser útil para generar sistemas productivos donde las ovejas puedan convivir con plantaciones productivas sin dañarlas. Específicamente hablando de vid, aún quedan por dilucidar algunos aspectos, que se continúan investigando.

La posibilidad de que los ovinos convivan con plantaciones frutales durante todo el ciclo productivo sería de suma importancia.

Esto no solo aumentaría los ingresos prediales, si no que además permitiría una reducción de los costos asociados a las aplicaciones de herbicidas y tratamientos culturales para reducir la competencia de pasturas y malezas, con los consecuentes beneficios por reducción del impacto ambiental.

## REFERENCIAS

- Ruiz, P., Pfister, J., Verdes, J.M. (2016). Conditioning and aversion to toxic *Solanum bonariense* leaves in calves. *Ciência Rural*, 46(4), 669-673
- Ruiz, P. (2014). ¿Cómo evitar el consumo de plantas tóxicas en rumiantes?: la aversión condicionada y el manejo de grupos como herramientas. *Conexión Agropecuaria*, 4(2), 45-57.
- Ruiz, P. (2013). Aprendizaje social de dietas en rumiantes; ¿se comporta como un sistema de memorias distribuidas?. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, Suplemento (Julio), 346-348.
- Ruiz, P., Verdes, J.M. (2010). Mediación social en el consumo de alimentos en ovinos: condicionamiento jerárquico por edad como herramienta para controlar la dieta en rumiantes no emparentados en pastoreo. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(3), 14-20.

**Colaboradores:** Daiana Baldasari, Baldomero Fuentes, Sebastián Martínez, Liliana Perdomo





# PRODUCCIÓN DE ETANOL Y COPRODUCTOS CON RESIDUOS FORESTALES DE PINO

Leonidas Carrasco Letelier<sup>5</sup>, Silvia Böthig<sup>1</sup>,  
Fernando Bonfiglio<sup>1</sup>, Solange I. Mussatto<sup>4</sup>,  
Matías Cagno<sup>1</sup>, Fabiana Rey<sup>1</sup>, Carlos Andrés Doune<sup>2</sup>,  
Fernando Resquin<sup>3</sup>, Nikolai Guchin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Latitud - Fundación LATU

<sup>2</sup> Negocios Agroindustriales, ANCAP

<sup>3</sup> Programa de Producción Forestal, INIA

<sup>4</sup> Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability,  
Technical University of Denmark, DTU Biosustain

<sup>5</sup> Programa de Producción y Sustentabilidad  
Ambiental, INIA

## INTRODUCCIÓN

La producción de combustibles de segunda generación ha tomado relevancia a nivel mundial, teniendo en cuenta la necesidad de reducir las emisiones de carbono a la atmósfera y también de encontrar alternativas a los recursos fósiles de naturaleza finita. En este sentido, Uruguay ya ha empezado a trabajar en el desarrollo de tecnologías para la producción de biocombustibles de segunda generación.

Sin embargo, los costos para producir estos combustibles son todavía muy elevados, por lo que existe la necesidad de desarrollar tecnologías menos costosas, capaces de generar mejores beneficios en una escala industrial. Una manera de contribuir a la viabilidad económica de los combustibles de segunda generación es a través del desarrollo de biorrefinerías. Esta estrategia maximiza la producción de compuestos de alto valor agregado para cofinanciar la producción de otros, como el bioetanol.

## RESTOS DE COSECHA FORESTAL

De acuerdo a datos de la DGF-MGAP, actualmente existen unas 260.000 hectáreas (ha) de pino concentradas en los departamentos de Tacuarembó, Rivera, Paysandú, Durazno y Cerro Largo. Esas plantaciones tienen como destino la producción de madera sólida con varias cosechas (intermedias y final) a lo largo del ciclo del cultivo. Las especies plantadas son *Pinus taeda* y *Pinus elliotti* en una relación de 70 y 30%, respectivamente. Las cosechas intermedias (raleos) se producen alrededor de los años 11 y 18 y la tasa rasa próximo a los años 22 a 25. Por el tipo de aprovechamiento, la parte procesable del fuste está comprendida desde la base hasta un diámetro con corteza de aproximadamente 24 cm a partir del cual, en la mayoría de los casos, no tiene un uso comercial, permaneciendo en campo. Esto determina un grado de aprovechamiento del fuste de 60%, el cual es bajo comparado con las plantaciones de Eucalyptus en las que esta porción del árbol tiene un destino celulósico.

De acuerdo con estimaciones realizadas por el proyecto PROBIO (2015) las cantidades de biomasa residual en la tala rasa, primer y segundo raleo comercial son de 70, 17 y 19 toneladas secas por hectárea, respectivamente. Esta biomasa está compuesta por las fracciones madera, corteza, ramas y acículas (hojas) en distintas proporciones dependiendo del momento de extracción (cosecha final o intermedias). En promedio, la madera con corteza representa alrededor del 30% del peso total de residuos que permanecen en campo después de la cosecha (cálculo realizado asumiendo un valor de diámetro comercial en punta fina de 19 cm); lo cual determina que la disponibilidad de biomasa con los sistemas actuales de aprovechamiento del fuste sea mayor a la referida anteriormente.

## EXTRACCIÓN DE LOS RESIDUOS DE COSECHA FORESTAL

Los resultados empíricos muestran que el grado de extracción de esa biomasa residual de cosecha forestal, por razones logísticas y de sustentabilidad del sistema, es del orden de 60 a 80% del total del material residual obtenido en la cosecha comercial. Este nivel de aprovechamiento se reduce en la medida que se utilice la madera con corteza y la porción de ramas y hojas de la parte superior del fuste (menor a 22-24 cm). Desde el punto de vista de la extracción de nutrientes, las hojas y las ramas concentran en buena medida algunos minerales como el nitrógeno, potasio y calcio. Por tanto, el uso de estas fracciones reduciría el reciclado de nutrientes provocando una exportación de los mismos del sistema. Por otro lado, teniendo en cuenta la baja relación peso/volumen que presentan estas fracciones, la recolección y extracción de los mismos requieren del uso de una maquinaria específica (forwarder para residuos, chipeadora, etc.) lo que eleva los costos de cada tonelada de biomasa cosechada. A su vez, este tipo de

materiales cumplen la función de protección de suelo de la compactación producida por la maquinaria durante la cosecha y de la erosión producida por la lluvia, en particular en las etapas comprendidas entre la tala rasa y el cierre de copa del siguiente turno. Estas razones determinan que, a priori, las fracciones que presentan el mayor interés para su utilización como materia prima para la producción de biocombustibles y derivados sea la madera con corteza.

## SISTEMAS DE COSECHA Y DISPONIBILIDAD DE RESIDUOS DE COSECHA

Tanto en la tala rasa como en los raleos comerciales, los sistemas de cosecha utilizados (CTL o *full tree*) implican que el árbol sea apeado, trozado y posteriormente apilado. En este esquema, la cosecha y extracción de la madera con destino a la producción de combustibles podría realizarse con el mismo tipo de maquinaria que el utilizado actualmente, y a un reducido costo, comparado con las alternativas de extracción de todos los residuos incluyendo el resto de la copa. Según datos suministrados por las empresas (que incluyen a las plantaciones del litoral oeste) en el año 2015 se cosecharon (mediante tala rasa y raleos) unas 9500 hectáreas de pino. Estas estimaciones presentan una disponibilidad media de biomasa residual por año próxima a las 60.000 toneladas, de mantenerse la superficie actualmente plantada. Teniendo en cuenta que las inversiones forestales son de turnos relativamente prolongados se prevé que la misma esté disponible en los próximos 20 a 25 años. Esta biomasa está concentrada en distancias relativamente cortas (un radio aproximado de 50 km) lo cual reduce los costos de un emprendimiento de este tipo.







Las operaciones de cosecha forestal no tienen una estacionalidad marcada, aunque durante los meses de invierno se ven reducidas debido a los efectos negativos que provoca la maquinaria en las condiciones del suelo. Esto resulta en que la disponibilidad de biomasa es más o menos constante a lo largo del año, con la particularidad de que la misma debe ser almacenada en sitios de acopio para el secado previo a su uso en planta. No obstante, importa señalar que se prevé que en los próximos años parte de esta superficie sea sustituida con especies de eucaliptos, en particular en la zona norte. Si bien esa porción del fuste en las plantaciones de *E. grandis* en la actualidad tiene un destino celulósico, también podrían eventualmente ser una materia prima para la producción de biocombustibles.

## BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN

Diferentes tecnologías de pretratamiento del material lignocelulósico están siendo probadas en el mundo y están abriendo el paso a la implementación de plantas de producción de biocombustibles líquidos de segunda generación a nivel demostrativo.

La producción de estos biocombustibles ha ganado relevancia a nivel mundial, y en el caso de Uruguay también se ha empezado a trabajar en la evaluación de tecnologías para su producción. De acuerdo con un estudio reciente realizado por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas de España, a solicitud de Alur S.A.<sup>1</sup>, el uso de biocombustibles en el sector del transporte en Uruguay ha logrado

una reducción del 7% en las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, los costos para producir combustibles de segunda generación son todavía muy elevados y existe la necesidad de desarrollar tecnologías de más bajo costo, capaces de aportar mejores beneficios en una escala industrial. Estudios de análisis técnico económico han revelado que la etapa de pretratamiento de la biomasa es la que más contribuye para los costos del proceso en general, poniendo énfasis en la necesidad de encontrar alternativas de proceso que sean eficientes y menos costosas.

Por este motivo, el desarrollo de biorrefinerías es una estrategia central para encontrar la viabilidad económica para la generación de los combustibles de segunda generación, maximizando el uso de las fracciones de la biomasa para la producción de compuestos de interés industrial. En este sentido, los compuestos químicos, incluyendo ácidos orgánicos y compuestos con aplicaciones en el área de alimentos, están entre los más atractivos para incorporación en biorrefinerías, debido al elevado valor agregado y numerosas aplicaciones que poseen.

Como fuera mencionado, el pretratamiento es uno de los procesos más desafiantes para la producción de bioetanol a partir de material lignocelulósico. En esta etapa el objetivo es romper la estructura de la lignocelulosa para hacer más accesible la celulosa a la acción de las enzimas durante la hidrólisis, y posterior fermentación de los azúcares para producir etanol. Generalmente, al mismo tiempo que son degradadas y/o solubilizadas la lignina y la hemicelulosa, se reduce la cristalinidad de la celulosa, lo que también favorece el siguiente paso de hidrólisis.



<sup>1</sup><https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/alur-biocombustibles-ambiente>



Durante el transcurso del pretratamiento -y dependiendo de este- también se producen compuestos químicos que son inhibitorios de la etapa de fermentación para la producción de bioetanol. La explosión por vapor (*steam explosion*) es un pretratamiento donde la biomasa es sometida a vapor presurizado por una determinada cantidad de tiempo (segundos a minutos) y luego despresurizada repentinamente. La biomasa no solo es expuesta a fuerzas físicas, sino que también sucede lo que se llama autohidrólisis, ya que durante el proceso es formado ácido acético.

## DESCRIPCIÓN DEL NUEVO PROYECTO

En Uruguay existen unas 180.000 ha de pino plantadas en los departamentos de Tacuarembó y Rivera, lo cual permite obtener biomasa que está concentrada en un radio aproximado de unos 50 km. Por el tipo de procesamiento, el grado de aprovechamiento del fuste es bajo, permaneciendo en el campo una proporción importante del fuste. Esto motivó a la postulación del proyecto "Desarrollo de estrategias tecnológicas y análisis de sustentabilidad para producción de etanol y coproductos de valor en Uruguay" al Fondo Sectorial de Energía 2017, que recientemente fue aprobada y comienza a ejecutarse en los próximos meses.

Este proyecto tiene como objetivo desarrollar estrategias tecnológicas que puedan resultar en una mejor viabilidad económica del proceso de producción de etanol de segunda generación en Uruguay, en especial para el aprovechamiento de residuos de cosecha de pino. Se prevén tres componentes de trabajo: (1) pretratamiento de la biomasa de pino, hidrólisis de los azúcares y fermentación alcohólica; (2) producción de distintos coproductos de interés industrial por fermentación de fase líquida proveniente de la etapa de pretratamiento y (3) análisis de sustentabilidad del uso de residuos de cosecha de pino en una biorrefinería en Uruguay.

En este proyecto participan el Centro de Investigaciones en Biocombustibles de segunda generación (formado por Latitud - Fundación LATU y ANCAP), y la Universidad Técnica de Dinamarca (a través del Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability), además de INIA. Esta investigación aportará mayor conocimiento sobre una materia prima de gran importancia, complementando y potenciando otras investigaciones. El desarrollo de tecnologías de procesos para producción de compuestos de valor a partir de biomasa es un tema de gran relevancia en la actualidad teniendo en cuenta aspectos económicos y ambientales. En este sentido, el grupo de investigación en Dinamarca ha trabajado fuertemente en el desarrollo de tecnologías de procesos que promuevan el desarrollo de la bioeconomía a través de la producción de distintos compuestos de interés industrial a partir de biomasa.

El amplio conocimiento del grupo en el tema y la disponibilidad de equipos de alta tecnología será fundamental

para el éxito de la etapa de producción de coproductos de valor a partir del hidrolizado de madera de pino. Sin embargo, como las características de los hidrolizados varían de acuerdo con la biomasa y condiciones de proceso utilizado para pretratamiento, el proyecto en contrapartida posibilitará al grupo de Dinamarca ampliar los conocimientos en el área, principalmente en lo que se refiere al uso de biomasa de pino para bioprocesos. Además de los aspectos técnicos y científicos, que resultarán en nuevos conocimientos y beneficios para todas las instituciones involucradas, la cooperación internacional será también de gran relevancia pues posibilitará estrechar las relaciones entre los países y grupos de investigación, ampliando el intercambio de conocimientos y favoreciendo trabajos futuros en cooperación.

Entre los posibles coproductos de interés será evaluada la producción de colorantes (carotenoides), compuestos de aroma, ácido láctico y xilitol, los cuales tienen amplias aplicaciones industriales y podrían ser de interés, tanto para el mercado nacional como internacional. Serán desarrolladas tecnologías y estrategias de fermentación capaces de resultar en elevada producción del compuesto de interés. Para eso, se hará una selección de los microorganismos con mejores características para aplicación en cada proceso; serán estudiadas diferentes condiciones de fermentación de manera de obtener elevada producción del compuesto de interés para su incorporación en una potencial biorrefinería de etanol en Uruguay.

En forma complementaria, INIA cuantificará la disponibilidad actual y en largo plazo de la cantidad de residuos de pino por hectárea de las cosechas (intermedias y finales) en las regiones de Tacuarembó y Rivera; cartografiará estos recursos en un radio aproximado a los 50 km; estimará los costos de extracción (recolección) y transporte a una planta en la región; estimará el balance energético y ajustará las ecuaciones para predecir la disponibilidad de residuos en función de parámetros del crecimiento de los árboles.





# Generando información nacional para contribuir a la definición de normas de aplicaciones en zonas periurbanas

Alejandro García<sup>1</sup>, Máximo Vera<sup>2</sup>, Marcelo Schusselin<sup>3</sup>, Carlos Rossi<sup>4</sup>, Darío Hirigoyen<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Investigador Manejo de Malezas

<sup>2</sup>Responsable de Operaciones de INIA La Estanzuela

<sup>3</sup>Gestor de Unidades de INIA La Estanzuela

<sup>4</sup>Coordinador de Unidad Técnica de Semillas

<sup>5</sup>Director Regional de INIA La Estanzuela

## INTRODUCCIÓN

La consideración sobre el ambiente está creciendo en la sociedad y en ciertos colectivos civiles. Como consecuencia de ello, se percibe un alto grado de preocupación por ciertas prácticas vinculadas a la producción agropecuaria. Particularmente en los últimos años, el uso y la aplicación de los productos fitosanitarios ha sido uno de los focos de atención.

A la hora de producir alimentos, la utilización de fitosanitarios es un enfoque muchas veces necesario para producir de manera más estable y eficiente. Siguiendo normas de calidad, la utilización racional de estos productos debería significar un beneficio para la sociedad y los consumidores. Sin embargo, la eventual aplicación en forma inapropiada y desaprensiva entraña posibles riesgos para la salud humana, ya sea en forma accidental o por un manejo inadecuado de estos productos.

El creciente desarrollo de centros urbanos y expansión sobre áreas tradicionalmente agrícolas conlleva a que ciertas prácticas habituales de manejo y aplicación de fitosanitarios sean interpretadas por los nuevos moradores como un riesgo potencial para su salud y el ambiente.

En foros mediáticos y redes se expresa el clima de incertidumbre relacionado con el impacto de los fitosanitarios, que muchas veces se convierte en un conflicto entre agricultores y pobladores de las zonas urbanas y periurbanas.

INIA entiende que las recomendaciones de manejo que promueve para mejorar la producción agropecuaria deben ser tanto eficientes para incrementar la productividad, como seguras para no impactar negativamente en la salud humana, animal y en el ambiente. En este contexto, es que el Instituto ha impulsado una serie de acciones y se ha acoplado a otras ya en marcha, para generar información que permita cumplir con estas premisas en lo que respecta a la aplicación y el monitoreo del uso de fitosanitarios.

## ANTECEDENTES

La intensificación agrícola, junto a la globalización, condujo desde el punto de vista social a un incremento de la disparidad en las áreas rurales, en detrimento de los pequeños productores familiares y las comunidades tradicionales. En términos ambientales, se observan impactos negativos asociados a la erosión del suelo y la desertificación, la contaminación por agroquímicos y la pérdida de biodiversidad. Al mismo tiempo, aspectos de la salud humana se afectan por el aumento de los riesgos, en general vinculados a un inadecuado manejo en el uso de agroquímicos.

El ordenamiento territorial es el conjunto de acciones transversales del Estado, que tienen por finalidad mantener y mejorar la calidad de vida de la población, la integración social en el territorio y el uso y aprovechamiento ambientalmente sustentable y democrático de los recursos naturales y culturales. El uso del territorio, en particular en el medio rural, tiene como objetivo producir alimentos en actividades agropecuarias y forestales, además de actividades de agro ecoturismo.

El incremento en el uso de productos fitosanitarios en la agricultura se ha debido al gran aumento del área sembrada de cultivos de verano a nivel nacional, a la intensificación del uso del suelo en las chacras, y a la siembra, tanto de cultivos de invierno como de verano, en la misma superficie.

Si bien los riesgos para la salud humana y animal por exposición a productos fitosanitarios de síntesis química dependen de las características propias de cada producto, de las formas de uso, las condiciones atmosféricas, la maquinaria utilizada, y de las particularida-

des de cada persona expuesta, estos riesgos potenciales abarcan desde la contaminación e intoxicación de usuarios de plaguicidas, trabajadores agrícolas y habitantes de zonas pobladas, hasta la pérdida de la inocuidad por residuos en alimentos y agua.

Como resultado se percibe un aumento en el interés de la sociedad civil, en el medio rural así como en el medio urbano, por el cuidado y la mitigación de los riesgos a los que se exponen por el inadecuado uso de los productos fitosanitarios. Por lo tanto, es necesario un enfoque de gestión racional de esos riesgos, mediante el seguimiento de pasos dirigidos a: i) reducir la dependencia a los plaguicidas en la producción, ii) usar agroquímicos que representen el menor riesgo y iii) establecer un uso apropiado de los productos seleccionados. Finalmente, es preciso conocer y promover la utilización de fitosanitarios con menor toxicidad y la capacitación permanente, para establecer un cambio cultural orientado hacia mejores prácticas de manejo y aplicación.

En este marco el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), a través de la División General de Servicios Agrícolas (DGSA), se encarga del mantenimiento de la condición fitosanitaria del país, con el desarrollo de buenas prácticas agrícolas para el control nacional de plagas, con la aplicación de medidas eficientes y amigables con el ambiente. De esta manera, imparte "Cursos de aplicadores de productos fitosanitarios" a lo largo y ancho del país, otorgando un carnet que reconoce que el aplicador está capacitado en el uso y manejo de plaguicidas agrícolas, de acuerdo al marco referencial establecido.





Por otro lado, tanto en Uruguay como en otras partes de mundo los organismos responsables por regular y legislar en la materia, deben apoyarse en evidencias y prácticas validadas científicamente y técnicamente, como forma de establecer cambios en las normativas públicas.

## ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y SUS IMPLICANCIAS

La Ley 18.308 de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (OTDS) fue aprobada en junio del 2008, dirigida a aportar respaldo y fortaleza jurídica a las políticas y acciones en materia de ordenamiento territorial, tanto en sus contenidos como en sus instrumentos. La misma comprende distintos ámbitos que incluye los alcances nacional, regional, departamental e incluso el interdepartamental.

Desde entonces se han desplegado una variedad de instrumentos (IOT), por parte de los Gobiernos Departamentales, permitiendo definir las principales líneas estratégicas identificadas para su territorio en convenio con la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

La evolución de estos instrumentos conduce a la creación de microrregiones, con procesos de planificación territorial que definen estrategias para el desarrollo sostenible en su ámbito de aplicación, en función de objetivos sociales, económicos, urbanísticos y ambientales.

Ahora bien, es lógico advertir que en ciertos casos algunos componentes de las microrregiones entran en tensión, tal como se está dando por ejemplo en el departamento de Colonia.

El "Decreto de ordenamiento territorial del departamento de Colonia", establecido a través de la Junta Departamental, está dirigido a regular el régimen urbanístico y el ordenamiento territorial y ambiental del uso del suelo, definiendo las categorías de suelo rural, suelo suburbano y suelo urbano.

A partir de estas categorizaciones y criterios de zonificación se encuentra, desde junio del 2018, una propuesta que recategoriza varias zonas rurales como zonas suburbanas, acrecentando de esta manera los conflictos mencionados.

## NORMATIVA PARA REALIZAR APLICACIONES EN EL TERRITORIO NACIONAL Y EN OTROS PAÍSES

La utilización racional de productos fitosanitarios permite salvaguardar la sanidad de los cultivos y de esta manera hacer más eficiente la producción y más accesible los alimentos para la población mundial. Los gobiernos de cada país son los responsables de fijar las distancias a zonas sensibles dentro de las cuales está restringida legalmente la aplicación (en general mecanizada) de productos fitosanitarios (zonas búfer).

La normativa en Uruguay restringe las aplicaciones terrestres y aéreas de fitosanitarios a 300 y 500 metros de zonas periurbanas y centros poblados, respectivamente, (MGAP – DGSA, 2004). En casos debidamente fundamentados, se puede otorgar un permiso especial, previa evaluación técnica, para realizar aplicaciones terrestres mecanizadas de productos fitosanitarios próximos a centros educativos rurales a distancias menores a las indicadas (MGAP – DGSA, 2011).

Las zonas búfer fijadas en nuestro país se encuentran entre las mayores a nivel mundial. En general para países desarrollados las distancias son variables y para aplicaciones terrestres se encuentran mayoritariamente comprendidas entre un mínimo de 5 y un máximo de 100 metros, pudiendo sin embargo en situaciones particulares exigirse distancias mayores.

## PROPUESTA DE PLAN PILOTO EN INIA LA ESTANZUELA

Ciertas áreas de INIA La Estanzuela se encuentran adyacentes a un centro poblado, y por lo tanto afectadas por la reglamentación de aplicaciones vigente. En las chacras afectadas se pasó de una rotación de cultivos y pasturas permanentes con el sistema de siembra directa, y por consiguiente con aplicación de agroquímicos, a un sistema de laboreo convencional y siembra de pasturas permanentes, donde se suprimió por completo las aplicaciones mecanizadas de agroquímicos.



Sin embargo, el análisis de la información científica actualizada, las experiencias en otros países y las tecnologías modernas de aplicación y control disponibles indican que existe la posibilidad de disminuir las zonas búfer en nuestro país, sin afectar negativamente la salud de las personas, animales y plantas, así como el ambiente que los rodea.

En este contexto, se propone la adopción de un plan piloto que se aplicará en todas las zonas donde INIA La Estanzuela maneja áreas próximas a centros poblados y/o zonas periurbanas. El plan abarcará las aplicaciones terrestres mecanizadas que se realicen a menos de 300 metros de la zona poblada (i.e. dentro de la zona búfer actualmente estipulada). Para que el mismo sea aprobado es preciso recorrer una serie de pasos, entre los cuales se requiere la anuencia del MGAP, así como de la Intendencia Municipal de Colonia. Los datos que surjan de los experimentos contribuirán con el desarrollo de los esquemas que sustenten un nuevo plan. Finalmente, es preciso establecer componentes de comunicación y diálogo con la población civil, a efectos de que conozcan la seguridad que estos planes involucran.

Este plan apunta a establecer buenas prácticas de manejo que incluyen un conjunto armónico de técnicas y prácticas aplicables al uso de fitosanitarios, que maximicen la acción del producto aplicado y minimicen el riesgo de movimiento del mismo por deriva fuera del área objetivo.

El análisis realizado por la comisión de maquinaria (COMA) de INIA La Estanzuela culminó en la redacción de un procedimiento que permite evaluar, monitorear y regular las aplicaciones de fitosanitarios en chacras cercanas a áreas periurbanas. Estas medidas incluyen: i) la no aplicación con vientos en dirección al centro poblado y mayores a 15 km/h, ii) volúmenes de caldo no menores a 80 L/ha, iii) una velocidad de avance máxi-

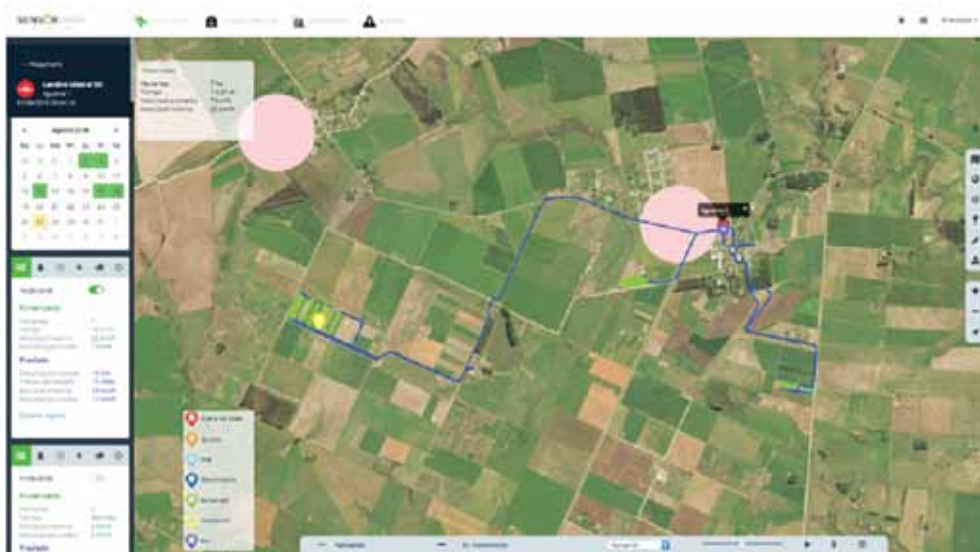
ma de 10 km/h, iv) tamaño de gotas por encima de 200 micrones DMV, v) establecimiento de un cerco vivo en los límites de los centros poblados. A su vez, cada aplicación será monitoreada y registrada con un dispositivo de monitoreo de aplicaciones.

## MONITOREO DE LAS APLICACIONES

En el marco de esta iniciativa, se firmó un acuerdo de trabajo con la empresa Sensordata a través del cual se equiparon tres pulverizadoras con dispositivos de monitoreo de las aplicaciones en tiempo real. Con esta información es posible tener una trazabilidad total de los trabajos y saber exactamente cuándo, cómo, quien y donde se realizó.

Durante la aplicación, el sistema monitorea constantemente las variables críticas que determinan la calidad del trabajo en función de variables climáticas (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento) u operacionales (velocidad de aplicación y cercanía a una zona búfer). En el caso de que alguna de las condiciones sea desfavorable, el sistema alerta al operador para que tome las acciones correctivas correspondientes. De esta manera, se evita incurrir en situaciones de riesgo de deriva hacia áreas no objetivo de la aplicación.

Además de ser un sistema que promueve el monitoreo de la correcta aplicación en función de las normativas, permite mejorar la gestión de las aplicaciones. El responsable de un establecimiento, por ejemplo, puede acceder a la información a través de sus potreros o polígonos, previamente importados en el sistema, y así puede disponer de un informe detallado (cantidad de hectáreas, tiempo de aplicación, velocidad promedio y máxima, producto aplicado, dosis, condiciones climáticas, horario, pulverizador, etc.) sobre todas las intervenciones que se han hecho durante el ciclo de un cultivo (Figura 1).



**Figura 1** - Ejemplo de imagen de pantalla con los datos de actividad de una pulverizadora de tiro en INIA LE

Un contratista, a su vez, puede visualizar los mismos datos, pero desde una perspectiva relativa a su negocio. Por ejemplo, puede programar mantenimientos preventivos a partir de los kilómetros trabajados por cada pulverizador; estimar las horas trabajadas para medir y comparar la productividad de los maquinistas; las hectáreas pulverizadas por cliente, para proyectar ingresos y planificar trabajos, etc.

Como parte del acuerdo de cooperación con Sensor data se sigue trabajando en forma conjunta en el desarrollo de nuevas funcionalidades que permitirán medir la calidad de los trabajos y fomentar buenas prácticas agrícolas en lo referente a la aplicación de fitosanitarios.

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A CORTO Y MEDIANO PLAZO

En conclusión, muchas unidades agropecuarias ven restringida su área productiva por la normativa vigente que regula las aplicaciones de productos sanitarios.

En muchos casos es esperable que esta situación se agrave por la recategorización de áreas rurales como áreas suburbanas. Adicionalmente, existe una percepción pública negativa sobre el riesgo del movimiento de fitosanitarios durante la aplicación, que no se condice con la información científica técnica, cuando la aplicación se rige por normas de seguridad claramente prescriptas.

En este contexto, desde la comisión de la COMA de INIA La Estanzuela se comenzó con una iniciativa para contribuir a la generación de información que permita rever la normativa vigente. Con este proceso se intenta favorecer actividades agropecuarias productivas y brindar tranquilidad a la sociedad. Esta preocupación es compartida con otras instituciones que también han iniciado acciones en el tema, y con quienes se vienen articulando actividades.

En el corto plazo están planificados experimentos para comenzar a generar información nacional en la materia en colaboración con la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la UdelaR y en comunicación y coordinación con el MGAP-DGSA. Es importante destacar que algunas de las actividades planificadas, y fundamentalmente los protocolos experimentales, se han diseñado en base a una colaboración con el Instituto Julius Kühn de Alemania (JKI) donde se genera mucha de la información por la cual se rigen las normas de aplicación en la Unión Europea.

En el mediano plazo, se propone la creación de un grupo de trabajo con participación de FAGRO, el JKI, el MGAP-DGSA, el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería de la UdelaR y el INIA para dar apoyo a los decisores de políticas públicas en la revisión de las normativas vigentes, en base a los datos recabados en ensayos locales y a la información internacional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MGAP – DGSA. 2004. Resolución MGAP 14/05/04. Restricciones a la aplicación de productos fitosanitarios en zonas urbanas, suburbanas y centros poblados. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-agricolas/normativa/resoluciones/resoluciones-antecedentes>. Revisado 21 de agosto de 2018

MGAP – DGSA. 2011. Resolución Ministerial N° 188 del 25 de marzo de 2011. Distancias de exclusión para la aplicación de productos fitosanitarios. Disponible en: [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/286\\_20110325163657977.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/286_20110325163657977.pdf). Revisado 21 de agosto de 2018

Pautas sobre aplicaciones de productos fitosanitarios en áreas periurbanas. Ministerio de Agroindustrias. Presidencia de la Nación. Argentina. <http://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/Pautas%20sobre%20Aplicaciones%20de%20Productos%20Fitosanitarios%20en%20Zonas%20Periurbanas.pdf>

OECD. Managing pesticide spray drift. Government - Laws, Policies, and Guidance. <https://www.oecd.org/env/spraydrift/government-laws-policies-and-guidance.htm>







# PRIMERA CARTOGRAFÍA NACIONAL DE ZONAS BAJAS O RIPARIAS CULTIVADAS PARA SU GESTIÓN SOSTENIBLE

Rodrigo Zarza<sup>1</sup>, Adrián Cal<sup>1</sup>, Leonidas Carrasco-Letelier<sup>1</sup>, Daniel Formoso<sup>2</sup>, Santiago Medina<sup>3</sup>, Dinora Rey<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIA

<sup>2</sup>Consultor Privado

<sup>3</sup>SNAP, MVOTMA

## INTRODUCCIÓN

Los suelos arables y fértiles son un recurso escaso en el mundo, por este motivo cuando crece la demanda por alimentos se produce una intensificación de la producción agrícola, la cual puede conducir al incremento del número de cultivos por unidad de área, en un año, y/o a la expansión del área cultivada.

Los impactos ambientales de cada situación son diversos y si estos no son correctamente diagnosticados y gestionados, las consecuencias pueden conducir a pérdidas de distinto tipo: i) ecosistémicas (destrucción de suelos fértiles por erosión, contaminación de aguas,

deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos, etc.); ii) sociales (pérdida de la calidad ambiental, reducción de la calidad y cantidad de agua, etc.) y iii) económicas (pérdida de mercados sensibles a la calidad del ambiente de los sistemas de producción). Este enfoque de análisis sistémico y holístico de las cadenas de producción es usada y considerada por: las normas de gestión ambiental ISO14001, las nuevas normas LEAP de FAO para la producción de carne y la Plataforma Europea de Análisis de Ciclo de Vida.

En este contexto, para lograr la sostenibilidad agropecuaria de cada región, las unidades de paisaje del territorio nacional necesitan una adecuada gestión ambien-

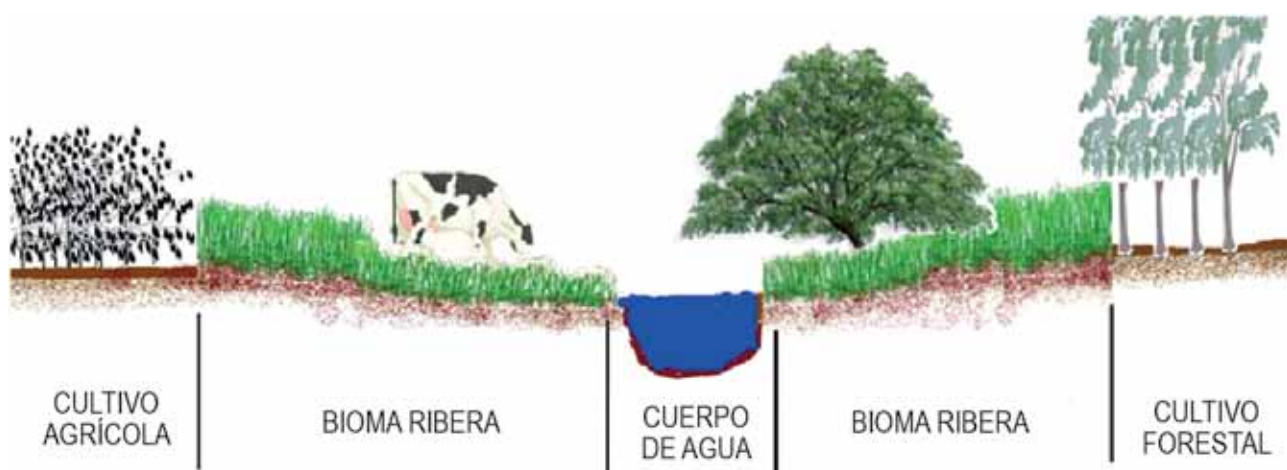


Figura 1 - Esquema de un ejemplo de la ubicación del bioma ribera en relación a los cultivos agrícolas.

tal, para no exceder sus capacidades naturales y provocar un impacto ambiental inadecuado. En esta situación existe una gran parte de la interfase entre el suelo y los ríos o arroyos del país escasamente estudiada, es el espacio definido como “zonas bajas” por el ámbito agronómico local, o como “bioma ripario o ribereño” por la ecología.

El bioma ribera posee una arquitectura y composición propia de vegetales, así como de funciones de relevancia relativa a su ubicación en la cuenca hidrográfica, es decir al orden de drenaje del curso de agua al cual está asociada la zona riparia. Entre las funciones principales que puede tener la zona riparia se puede destacar, a modo de ejemplo: su capacidad para retener los sedimentos y los nutrientes movilizados por la erosión del suelo y el ser un espacio en la reproducción de la fauna acuática.

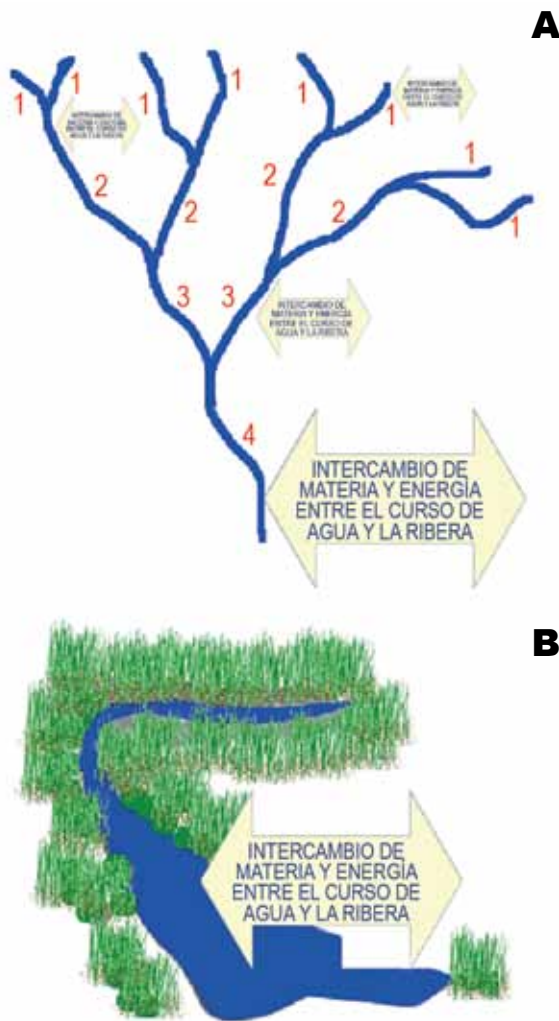
Aunque los objetivos de diagnóstico y gestión ambiental previamente descritos son compartidos por diferentes unidades del Estado (por ejemplo, DINAMA, RENARE), a los cuales les compete su gestión de una u otra forma, hasta principios del 2016 el país no contaba con la información necesaria para agendar en detalle cómo enfrentar este desafío. La respuesta a esta demanda tecnológica fue captada y resuelta por INIA en el pasado quinquenio a través del proyecto “Estrategias para la generación de aumento sostenible de la producción de forraje en las áreas de bajos y suelos superficiales que no se incorporan a la agricultura”. Mediante este proyecto se propuso profundizar la información generada en conjunto con DIEA durante la Encuesta Agrícola 2011, relevando el área de “descarte” agrícola. La información mostró que parte de esa área se correspondía con bajos, suelos superficiales, pajonales y zonas de blanqueales. Un equipo integrado por técnicos de las distintas disciplinas pertenecientes a los programas de Pasturas y Forrajes, Producción y Sustentabilidad Am-

biental y la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) trabajaron para identificar las regiones y Unidades de Suelo que integraban esas áreas de bajos.

En este artículo se presenta el resumen de los resultados obtenidos en el proyecto, contemplando el desarrollo de la primera cartografía de las zonas ribereñas de todo el país, así como una evaluación de su estado. Esto permitió generar una primera caracterización para identificar el grado de avance de los cultivos agrícolas sobre el bioma ripario, con el objetivo de agendar medidas de corrección, gestión y tecnológicos para restauración/recuperación de las zonas bajas de Uruguay.







**Figura 2** - Resumen de la definición para el número de orden de drenaje de un río según sistema de Strahler (A) y relevancia de la dinámica de intercambio de materia y energía entre el curso de agua y su bioma de ribera (zona baja).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La información usada para este trabajo provino de cuatro fuentes de datos de acceso público: (1) el modelo digital de terreno del territorio nacional (MDT); (2) el polígono del territorio nacional; (3) imágenes MODIS del año 2016-2017 que se usaron para determinar el uso del suelo y (4) Google Earth.

Con un software para sistemas de información geográfico se recortó el archivo MDT para seleccionar los píxeles que estuvieran dentro de los límites de territorio nacional. El archivo ráster obtenido se usó para estimar la dirección y acumulación de los flujos de agua y se identificaron los píxeles del MDT correspondiente a la red de drenaje. Luego, a estos píxeles se les asignó su altitud correspondiente y se determinó el área de influencia de cada píxel de la red de drenaje.

**A**

De esta manera, se seleccionaron aquellos píxeles que estuvieran dentro de alguna de estas áreas, cuya altitud no fuera mayor a 1 metro sobre el valor de elevación del píxel de la red de drenaje de la zona de influencia.

El procesamiento de datos permitió construir un archivo ráster (imagen) correspondiente a las zonas riparias de todos los cursos de agua del país. Este archivo fue convertido en polígonos por un proceso de vectorización y así se creó un mapa del bioma ribereño de todo el país. Ese mapa luego se intersectó con otro de clasificaciones de uso del suelo, obtenida de un mosaico de imágenes MODIS del periodo 2016-2017. Además, para calificar la calidad de la cartografía del bioma ribereño, se seleccionaron 50 polígonos al azar de este bioma por departamento y a cada uno de estos polígonos se le evaluó en forma manual el porcentaje de ocupación real de una zona de ribera y de cultivo. Para esto se usaron las imágenes de cada zona de Google Earth.

**B**

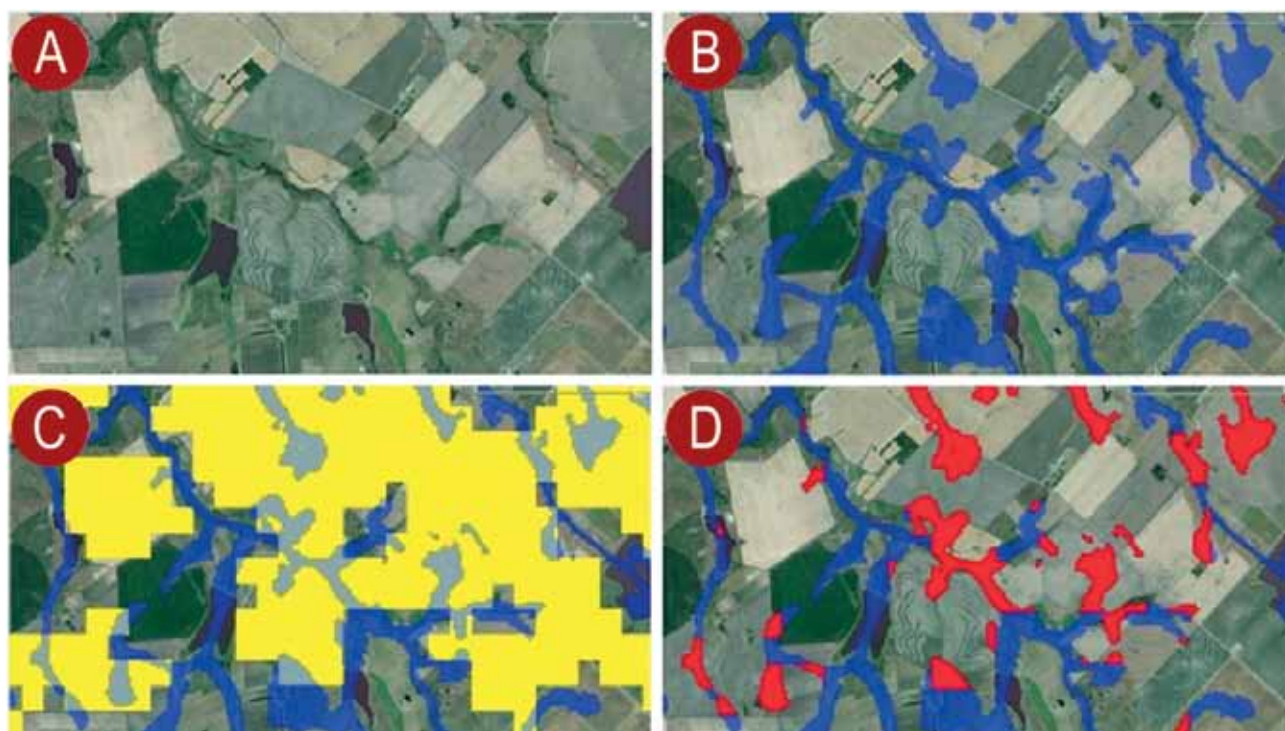
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3B se observa como el polígono de bajos logra coincidir con el paisaje real mostrado por la imagen de Google Earth (Figura 3A). Dado que cada píxel de una imagen MODIS comprende un área de 250 metros de lado, el mapa de uso de suelo de cultivos presentado en amarillo (Figura 3C) no logra captar bien el detalle espacial de cada zona. Debido a esto, la intersección del mapa de bioma de ribera con las zonas de cultivo puede estar sobreestimando el área de intersección (Figura 3D).

La calidad de la identificación de los polígonos del bioma ribera realizado con Google Earth mostró que la intersección entre el área máxima potencial del bioma de ribera (4.608.890 ha) y el área cultivada podrían ser 329.676 ha. Sin embargo, la validación también mostró







**Figura 3** - (A) Imagen de Google Earth; (B) Imagen Google Earth y polígonos de biomas de ribera (azul); (C) Imagen Google Earth, polígonos del bioma de ribera (en azul) y cultivos (en amarillo) según imagen MODIS 2016-17; (D) Área de intersección potencial (en rojo) de polígonos del bioma de ribera con cultivos.

que solo un 40% del área de los polígonos de la intersección corresponden a un bioma ribera con un área de cultivo mayor al 25%.

La calidad del cálculo de intersección aún debe ser mejorada en dos sentidos: primero, mejorar la asignación de las zonas con cultivos, para lo cual se necesitaría reemplazar el uso de imágenes MODIS por LANDSAT, para pasar de una resolución espacial de 250 metros a 30 metros. Un segundo aspecto, sería mejorar la calificación de la relevancia de cada bioma de ribera, ya que no será lo mismo un cambio en una zona de ribera de una cañada (orden de drenaje 1) que la zona de ribera de la desembocadura de un río de orden de drenaje superior (4 o superior, ver Figura 2).

#### EXPECTATIVAS Y USO DE ESTOS RESULTADOS

Basado en la cartografía desarrollada por INIA y el primer diagnóstico de situación de los biomas de ribera o bajos del país se posibilita avanzar en varios objetivos de la agenda pública vinculados a la sostenibilidad ambiental del país, como son: una cartografía de los ecosistemas de Uruguay e incorporar de mejor manera la gestión de los bajos a los procesos de evaluación ambiental estratégica y ordenamiento territorial. Esto colaborará en la priorización de zonas para protección y restauración de ecosistemas de ribera, aportará al diseño de medidas de mitigación de aportes de agroquímicos (ej. actualiza-

ción del Plan de Acción para la Cuenca del Santa Lucía, Laguna del Cisne, etc.) y permitirá incrementar la resolución espacial de los planes de uso y manejo de suelos, supervisados por la RENARE.

En el marco científico-tecnológico agropecuario, el INIA a través del proyecto INIA PA18 y la DINAMA se encuentran evaluando diferentes opciones tecnológicas de especies nativas, un Pasto miel *Paspalum dilatatum* Estanzuela “Chirú” y dos Pasto horqueta, *Paspalum notatum* “Bellaca” y *Paspalum notatum* var. latiflorum INIA “Sepé”. El enfoque de INIA está direccionado a elevar la producción de biomasa y su estabilidad en zonas degradadas, mientras que la DINAMA se focaliza en evaluar si la estrategia permite también la recuperación de algunos de los servicios ecosistémicos característicos de los pastizales riparios, como su rol en el ciclo del agua, la conservación del suelo y el hábitat para especies de fauna. Los resultados preliminares se presentarán en un próximo artículo en esta Revista.

Finalmente, es claro que existen algunos biomas de ribera que han sido usados por cultivos agrícolas, asunto que demanda una gestión para evitar problemas ambientales. Pero esto no implica que todas estas intersecciones deban ser tratadas en forma similar, ya que dependen de su relevancia en relación a la red de drenaje, por lo que demandan una protección específica para cada tipo de bioma de ribera o zona baja.

# CONVENIO: INIA - MIDES

## Promoción y extensión del rubro ovino como complemento a la Producción Familiar



C. Monzalvo<sup>1</sup>, A. Albin<sup>1</sup>, N. Rivas<sup>2</sup>, J. Vaz Tourem<sup>2</sup>,  
M. Rodríguez<sup>2</sup>, D. Pinto<sup>3</sup>, S. Sánchez<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Ministerio de Desarrollo Social, Departamento de Ruralidad

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia

### INTRODUCCIÓN

En Uruguay la producción de ovinos a gran escala concentra el 53% del stock en los departamentos de Tacuarembó, Artigas, Paysandú y Salto, ocupando áreas de menor aptitud pastoril en los suelos de basalto. Por otro lado, en las últimas décadas se ha dado un aumento en el número de productores familiares que declaran tenencia de ovinos, como ha sucedido en el departamento de Canelones, todo esto explicado por la rápida implementación de la producción con una inversión inicial baja que se acopla fácilmente con la actividad principal.

De este modo, se ha entendido que lo ocurrido en Canelones es posible expandirlo a otros territorios del país como una opción complementaria para sistemas de producción familiar vulnerables desde el punto de vista socio-productivo y con escasa cultura en el rubro ovino. Además de ser el ovino un sistema de fácil ejecución, cuenta con un respaldo de diversas instituciones en el país con una amplia trayectoria que favorece la investigación, el desarrollo y la difusión, para adaptar y comprender las diferentes características de estos nuevos procesos productivos.

En este contexto, equipos territoriales pertenecientes al Departamento de Ruralidad dependientes de la Dirección de Economía Social e Integración Laboral (DINESIL) del Ministerio de Desarrollo Social (MIDES), relevaron que el ovino estuvo presente con estructuras productivas con carencias en diferentes zonas del país. Asimismo, detectaron interés de productores locales en incluir el rubro en sus predios, con el fin de mantener una diversificación productiva que permita mantener una soberanía alimentaria y fuentes económicas com-



plementarias, que mejoren la calidad de vida de sus hogares. Por otra parte, INIA ha desarrollado diferentes proyectos de innovación e investigación orientados a la búsqueda de tecnologías para optimizar la competitividad de productores familiares.

Es así como el Programa Nacional de Investigación en Producción Familiar de INIA (PPF) y el Departamento de Ruralidad del MIDES, celebraron un acuerdo de trabajo cooperativo para promover, capacitar y optimizar la gestión de los recursos presentes en los predios, con el fin de crear condiciones que permitan una mejora social y económica para este sector, a través de la introducción del rubro ovino. Ambas instituciones creen en el éxito de esta actividad por la suma de recursos, los que se expresan en capacitaciones, acopladas a prácticas amigables con el medio ambiente, además de adaptar elementos de la zona a los sistemas.

### SITIOS DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO METODOLOGÍAS DE TRABAJO

A través de este convenio se han realizado intervenciones en micro-territorios con presencia de productores familiares en situación de vulnerabilidad socio-productiva, ubicados en los departamentos de Artigas, Paysandú, Rocha, Rivera, Canelones y Lavalleja. En todos estos casos existía el incentivo por emprender una actividad agropecuaria complementaria a la principal o en mejorar técnicamente su sistema de producción ovina. En la Figura 1 se muestran las zonas abordadas, las que se sitúan al norte, este y sur del país.



**Figura 1** - Cartografía social – sitios de intervención. 1. Artigas, Loc. Pintado Grande. 2. Rivera, Loc. Culticeira y otros. 3. Payandú, Loc. Cerro Chato. 4. Lavalleja, Loc. Polanco. 5. Rocha, Loc. San Luis. 6. Canelones, Loc. San Luis.

Cada una de ellas tiene peculiaridades sociales y demográficas que delimitaron el uso de tres metodologías de trabajo.

**1 - Metodología grupal:** En Artigas se encuentra un grupo de productores que comparten un mismo sistema y entre los métodos de trabajo ya usados, la metodología grupal basada en la filosofía “4A”: adiestramiento, ayuda, acción y amistad, se acopla para este caso en particular. Este grupo se destacó por una mayor cohesión, gracias a la interdependencia de sus miembros, que promueve actitudes solidarias enlazada a una historia en común y la necesidad de una mejor calidad de vida.

En las jornadas realizadas se observó una distribución de roles entre los miembros, tales como la inclusión de género en las labores de producción y administración, forjando equidad en la familia. Además de esto, la heterogeneidad del grupo y el espacio biofísico en el que actualmente se desenvuelve la actividad, dio paso a una asociatividad para participar en el concurso de tierras adjudicables por parte del Instituto Nacional de Colonización.

**2 - Metodología individual:** En los departamentos de Canelones, Lavalleja, Paysandú y Rivera, dadas sus características (alto número de familias y cercanía física entre ellas), se usó la metodología de trabajo individual. Esta permitió una asistencia más globalizada al conjunto de familias interesadas, estableciendo relaciones interpersonales más profundas y exponiendo liderazgos en la toma de decisiones y en la planeación de actividades, todo esto fortificado por el sentido de pertenencia a sus predios.

**3 - Metodología foco predial:** Como alternativa en el uso de metodologías de extensión, en el departamento de Rocha se ha implementado la modalidad de trabajo foco predial, la que radica en un proceso participativo. Allí se seleccionó un predio familiar con interés en la aplicación de tecnologías para el rubro ovino. Con la familia elegida se acordó difundir las herramientas sugeridas por los técnicos a los productores familiares aledaños. Esta modalidad permite que se establezcan relaciones de comunicación entre productores familiares de la zona, para que de manera conjunta resuelvan un problema concreto, lo interioricen de manera crítica y actúen de manera transformadora para su comunidad.

Se espera que los productores mantengan el rol protagónico en la aplicación de los tres métodos de trabajo del proyecto (extensión horizontal). De manera paralela se han concretado espacios participativos con técnicos, que permitieron generar intercambios de experiencias. Mediante este diálogo de saberes se expresaron necesidades, motivaciones y conocimientos, dando paso a un monitoreo, evaluación y sistematización de las técnicas trabajadas.



## JORNADAS TÉCNICAS Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MICRO-TERRITORIOS

Una de las tareas concertadas dentro del acuerdo fue la realización de jornadas sobre temas importantes del ciclo productivo ovino. En conjunto, técnicos del INIA y MIDES (Departamento de Ruralidad) llevaron a cabo tres jornadas, con posterioridad al relevamiento realizado por los equipos territoriales. En la Figura 2 se plasman las actividades ejecutadas en el proyecto, ajustadas a la realidad económica y social de los productores.

- Sanidad ovina: vacunación, tomas antiparasitarias y control del pietín.
- Manejo previo a la encarnera: flushing, condición corporal, estacionalidad reproductiva, entre otros.
- Manejo del periparto: diagnóstico de gestación, suplementación, esquila pre-parto, complejo inanición-exposición, abrigos y parideras, entre otros.



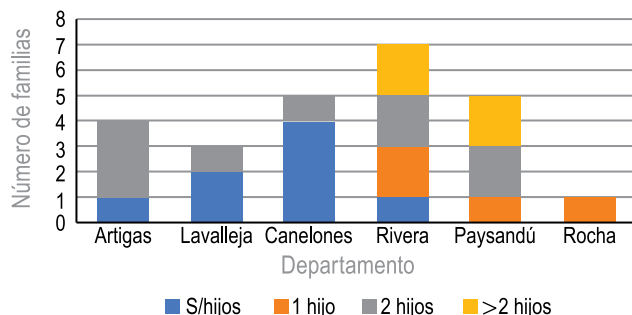
**Figura 2** - Línea de tiempo de las jornadas realizadas en la primera etapa de ejecución.

Durante estos espacios de capacitación e intercambio se pudo profundizar en la caracterización de los micro-territorios, lo que permitió conocer a fondo el contexto socio-productivo y así lograr una auténtica intervención, generando iniciativas que permitan abordar temas de interés para las próximas jornadas. Como resultado, a grandes rasgos se visibilizó que los predios familiares donde el equipo técnico ha intervenido se caracterizan por asentarse en sectores de amplia diversificación productiva, que va desde la producción tabacalera a la horticultura, incluyendo la producción de huevos y cerdos, entre otras.

**Cuadro 1** - Alcance del proyecto en su primera etapa.

Modalidad de Trabajo	Foco demostrativo	Grupal	Individual			
			LAVALLEJA	CANELONES	RIVERA	PAYSANDÚ
Departamento	ROCHA	ARTIGAS	LAVALLEJA	CANELONES	RIVERA	PAYSANDÚ
Familias establecidas	1 *	4	3	5	7	5
Ovinos totales por zona	-	68	50	164	444	101
Animales entregados por INIA	-	4**	4	4	2	2

Observaciones(\*) familia del predio foco; (\*\*) 3 animales de J. Echeverría



**Figura 3** - Estructura del núcleo familiar por número de hijos de los sitios de intervención del proyecto.

La composición familiar destaca que el hombre, en varios casos, presta servicios fuera de su establecimiento, mientras que su pareja se encarga de las actividades productivas y, en especial, las del ovino: alimentación, atención del parto, registro de datos, pastoreo, entre otros. Los hijos, a su vez, apoyan estas actividades en momentos en los que no interfieren con sus obligaciones académicas o laborales (fuera del establecimiento). La Figura 3 muestra el número de hijos por familia y la zona de intervención, resaltando el relevo generacional, fundamental para la sustentabilidad del sector. La mayoría de los hijos se encuentra estudiando carreras referentes al agro, demostrando que estos sistemas ayudan a establecer un nuevo y mejor vínculo de la juventud con el campo. En un sentido amplio, se puede concluir que la producción familiar, además de dignificar el trabajo, es inclusiva para todos los miembros de la familia.

En resumen, el Cuadro 1 sintetiza el alcance del proyecto en cuanto a número de familias, ovinos presentes por territorio intervenido y los animales entregados por parte de INIA de razas Corriedale Pro y Frisona Milchschaft, Finnish Landrace y su cruce (FxM). Estas razas fueron seleccionadas por sus atributos biológicos, que permiten desarrollar sistemas de producción más eficientes por su ciclo corto, precocidad sexual y partos múltiples, aumentando la cantidad de corderos para el consumo y venta, lo que se potencia por el tipo de atención que se da en los sistemas familiares.



**Figura 4** - Entrega de cuatro ovejas cruce Frisona Milchschaf por Finnish Landrace, dos con carga fetal simple y dos con carga fetal doble. Departamento de Lavalleja, Localidad Polanco.

En concreto, se hizo entrega de un total de 14 animales provenientes de las estaciones experimentales INIA Las Brujas e INIA Treinta y Tres, adquiridos por fondos pertenecientes al convenio (Figura 4).

### CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS

En todos los departamentos se observó que los beneficiarios han vinculado o piensan introducir en el proyecto a amigos y familiares. Comentaron estar satisfechos con los temas presentados en las jornadas de extensión y han propuesto nuevos temas a tratar: mejoramiento genético, nutrición, sanidad, manejo de praderas, prevención de enfermedades y técnicas de reproducción, como la inseminación artificial.

### PROCESO DE INTER-INSTITUCIONALIDAD

La intervención en el departamento de Artigas se realizó con un grupo de productores familiares en condición de vulnerabilidad y falta de acceso a crédito. En esta situación, el MIDES facilitó desde el Programa de Apoyo a Emprendimientos Productivos la compra de ovinos, y la Sociedad de Criadores de Corriedale de Uruguay (SCCU) puso a disposición animales de alto valor genético a un precio preferencial, con el fin de integrar esta raza a estos sistemas productivos. Además de la colaboración de la SCCU, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) articuló y gestionó con productores de la zona la donación de ejemplares de raza Corriedale para este grupo, ampliando esta alianza a los otros territorios.

Mediante el apoyo del Programa de Emprendimientos del MIDES los productores de los territorios intervenidos pueden acceder a un capital de inversión en el cual el pago se efectúa al liquidar el primer ciclo productivo con el 70% en efectivo y el 30% en ejemplares que estarán a disposición para nuevos productores, de esta manera es que se ha cultivado el sentido de pertenencia y cuidado. Con esta singularidad se promueve el fortalecimiento sostenible de las cadenas de valor.

Es así que se han sumado recursos junto a instituciones que visualizan a la producción familiar como una auténtica opción para el sector, ya que este esfuerzo mancomunado se ve reflejado en un producto de mayor calidad, que genera seguridad y soberanía alimentaria.

### PROYECCIÓN A FUTURO

Durante el transcurso del proyecto se dieron varios procesos, creció el número de productores y se solidificaron los lazos entre las instituciones vinculadas por la interdisciplinariedad del convenio, al unir técnicos y profesionales en un solo fin: mejorar la calidad de vida del productor familiar. A este vínculo se ha unido recientemente el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) con aportes en materia de capacitaciones para productores, de gran valor para lograr los objetivos planteados. Instalados los lazos interinstitucionales y luego de corregir aspectos de manejo, nutrición y sanidad es que se proyecta una señalada auspiciosa en los predios intervenidos. La continuidad del convenio nos permitirá repetir conceptos, plasmándolos en otro ciclo biológico y extender la experiencia con la SCCU en Artigas, en las otras zonas de intervención.

Las próximas actividades serán la señalada de los corderos, identificación y registros, plan nutricional y sanidad, encarnada estacional y registros de preñez a través de su diagnóstico y manejo diferencial por carga fetal.

Con las actividades realizadas y las planificadas estaremos abordando las principales temáticas que conllevan a mejorar la producción en estos predios e incentivando a nuevos participantes. De esta forma, se pretende ampliar las zonas de intervención, fortaleciendo a familias del medio rural con el ovino como factor común.

### AGRADECIMIENTOS

A la SCCU, en especial a las familias Echeverría y Narbondo, al SUL, a Ethel Barrios de INIA Treinta y Tres.

A los productores y sus familias.

### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Extensión Rural. <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/337960/>

Guía didáctica de la extensión rural. <http://comercializacionaf.org/wp-content/uploads/2016/05/guia-didactica-extension-rural.pdf>

<http://agro.unc.edu.ar/~extrural/TRABAJOGROPAL.pdf>  
Ganzabal. A. (2014)

# JORNADA ARROZ 2018

## “Alternativas tecnológicas para el sector arrocero en un escenario desafiante”



El pasado 23 de agosto se llevó a cabo la Jornada Arroz 2018, organizada por INIA Treinta y Tres con el apoyo de la Asociación Cultivadores de Arroz (ACA) y la Gremial de Molinos Arroceros (GMA).

Se contó con la presencia de técnicos extranjeros invitados, con vasta trayectoria en las temáticas abordadas, además de los técnicos del Programa Arroz de INIA.

En el inicio de la actividad se informó que hay dos técnicos recientemente reintegrados al Programa Arroz luego de culminar sus estudios de doctorado - Federico Molina y Juan Rosas - y que también retorna Álvaro Roel al equipo de arroz luego de haber ocupado la presidencia de la Junta Directiva de INIA.

Al finalizar la mañana, y sumándose a la audiencia gran parte de los funcionarios de la Regional Treinta y Tres, se realizó por parte de INIA un merecido reconocimiento al Ing. Agr. Gonzalo Zorrilla, por su larga trayectoria de aportes a la institución y al sector arrocero en particular, informándose que a fin de año se retira. Los Ing. Agr. Walter Ayala, director regional y José Terra, director del Programa Arroz le entregaron un presente y resaltaron la trayectoria de Gonzalo, el que continuará vinculado al sector, desde otro lugar.

La actividad estuvo organizada en tres módulos con foco en clima, genética y malezas:

- ¿Ha cambiado el comportamiento de las principales variables climáticas que determinan los potenciales productivos?

En la ocasión se realizó una exhaustiva revisión de algunas de las variables agrometeorológicas, al incorporar 21 años más de registros. En este análisis se demuestra la incidencia relevante de las variables agrometeorológicas sobre el comportamiento productivo del arroz. Se ratificó la necesidad de que los cultivos florezcan entre el 10 enero y 10 febrero, con la genética disponible, de manera de “cosechar” la mayor oferta de radiación, confirmando el aumento del riesgo del frío en floraciones posteriores al 20 de febrero. En base a estas definiciones, se sugiere definir fechas de siembra que permitan posicionar las floraciones con buenas condiciones de sol y con escaso riesgo de sufrir bajas temperaturas. En síntesis, es necesario seguir extremando las estrategias de manejo y genéticas, en particular la combinación de las variedades y períodos óptimos de siembra, que permitan reducir los riesgos y explotar las mejores ofertas climáticas.





- Optimizando los recursos genéticos y su manejo para altos rendimientos

Entre las diversas presentaciones realizadas en este módulo, se destacó el trabajo que se viene realizando con híbridos. El Programa Nacional de Producción de Arroz de INIA desde hace más de 15 años se ha involucrado en el desarrollo de híbridos adaptados. Como producto de este esfuerzo se pudo desarrollar el primer híbrido para la región. Se discutió acerca del potencial que presenta esta línea de trabajo, y las ventajas de rendimiento producidas por los híbridos en el arroz y otros cultivos, explicada por la teoría de la heterosis. En el caso del arroz, la heterosis refiere al hecho de que la progenie de cruces de diversas variedades endogámicas es superior a ambos padres para rendimiento.

A su vez, se mencionó a una serie de líneas promisorias, que vienen mostrando muy buenos resultados en las evaluaciones, conjugando diversas características de interés, a) alta productividad (superando las 9 t/ha), en una serie de ensayos en que se las comparó con las variedades testigo, que son las que ocupan actualmente las mayores áreas de siembra; b) una buena resistencia a *Pyricularia*; c) ciclos intermedios y d) adecuados parámetros de calidad. En base a esta información, en breve se dispondría de nuevas opciones varietales para complementar el área de siembra.

Se hizo énfasis en la necesidad de buscar opciones para el control de *Pyricularia*, también conocida como Brusone en la región. Solo en Uruguay, entre el 70 y 80% del área arroceras es sembrada con variedades susceptibles a la enfermedad. Afortunadamente la presión de la enfermedad no ha sido muy alta, pero en un año de alta presión se podrían producir pérdidas importantes. Se mencionó que desde los programas de mejoramiento se debe tener una estrategia con conoci-

miento de los genes que están generando la resistencia actualmente y los que pueden servir más adelante. Se recalcó en que la combinación de genes y la rotación de variedades ayudan a lograr resistencia durable y en esa dirección está orientado el programa de mejoramiento de arroz.

- Manejo integrado de malezas con cultivares de arroz resistentes a herbicidas.

En este módulo se realizaron presentaciones, tanto de técnicos nacionales como del exterior, advirtiendo sobre el avance de algunos problemas. Se advirtió sobre la evidencia de resistencia a arroz rojo en materiales Clearfield, y la necesidad de extremar cuidados y realizar buenas prácticas para evitar que se generalice esta situación. Además, se destinó un espacio a comentar la presencia de *Capin*, principalmente en sistemas intensivos y en los que no se realizan rotaciones. En este caso las recomendaciones estuvieron orientadas al uso de rotaciones con forrajeras y a la necesidad de diversificar para mitigar los problemas.

Las recomendaciones generales, destinadas a un mejor control de malezas, se puntualizaron en hacer una correcta limpieza de herramientas, muchas veces la vía de entrada de semillas a las chacras y el uso de rotaciones de arroz con forrajeras o con otros cultivos, que permitirían alternar el uso de herbicidas y lograr mejores efectos.

Las tres temáticas abordadas (manejo en función de las variables del clima, mejoramiento genético, manejo integrado de malezas) están fuertemente asociadas a los desafíos que se plantean; por un lado las tendencias y la variabilidad climática y su incidencia en la determinación de los potenciales productivos, por otro la disponibilidad de recursos genéticos, perspectivas y el manejo del cultivo en la búsqueda de altos rendimientos y finalmente la temática del manejo integrado de malezas y la sostenibilidad en sistemas productivos con cultivares de arroz resistentes a herbicidas que se han expandido en Uruguay.

Cada módulo temático contó con un moderador y al finalizar cada uno de ellos hubo un espacio con comentaristas invitados, productores y representantes de empresas relacionadas al tema. Esta forma de trabajo permitió enriquecer la discusión con la experiencia de los distintos segmentos que conforman la cadena arroceras. Esta fue una instancia de discusión muy valorada, integrando a la academia con productores, con una visión conjunta sobre los desafíos productivos y comerciales del sector.

La actividad se transmitió por streaming a través de YouTube y por primera vez también por Tweeter.

Puede acceder a las charlas en <http://www.inia.uy/Paginas/Jornada-Arroz-2018.aspx>



# INIA presente en II Taller de la Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas y XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura Filapi 2018



Téc. Agrop. Sebastián Díaz<sup>1</sup>;  
Ing. Agr. Yamandú Mendoza<sup>1</sup>;  
Ing. Agr. Ernesto Restaino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Apicultura, INIA

<sup>2</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

A través de presentaciones sobre avances y resultados de trabajos de investigación desarrollados por INIA y el apoyo económico y coordinaciones para contar con el valioso aporte y presencia de dos destacados investigadores internacionales, INIA dijo presente en el II Workshop de la Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas y el XIII Congreso Latinoamericano de Apicultura Filapi 2018. Los eventos se desarrollaron entre el 31 de julio y el 1 de agosto en la Rural del Prado.

Los Doctores Ernesto Guzmán Novoa (University of Guelph, Ontario, Canadá) y Walter Farina (Universidad de Buenos Aires, Argentina) presentaron los avances respecto del “Impacto y futuro control de la Varroasis” y “Apicultura de precisión para la polinización de cultivos: nuevas herramientas sustentables que promueven efectos sinérgicos en la relación agricultor-apicultor”, respectivamente.

Investigadores de INIA, a través del equipo encabezado por el Ing. Agr. Yamandú Mendoza, expusieron los avances en el manejo de la Varroasis a través del análisis de la “Resistencia comportamental de las abejas relacionada a la tolerancia a *Varroa destructor* y al nivel de infección del Virus de las Alas Deformes”.

Estas jornadas constituyeron instancias clave para aportar al conocimiento, la salud y la conservación de la apicultura nacional y fortalecer las capacidades de investigación nacional y coordinar actividades de investigación local y con actores internacionales.

Los temas centrales en estos eventos cubrieron las siguientes áreas:

- Diversidad y biología de las abejas
- Plagas y patógenos
- Impacto de las prácticas agrícolas
- Polinización y valor agregado
- Monitoreo de pérdida de colmenas





# Jornada destacada en cría vacuna

**Miércoles 31 de octubre - Hora 8:30**  
**INIA Tacuarembó**

**Avances recientes de investigación en cría**

**Actualización de tecnologías disponibles y su impacto económico**

**Experiencias de productores**

**Propuestas de distintas instituciones en aplicación de tecnología para sistemas criadores**





## FPTA 65

### **Sustentabilidad ambiental y económica en predios agrícola-ganaderos: un sistema de indicadores objetivos aplicable en el campo**

El proceso de intensificación de los últimos años supuso, en muchos casos, la transformación de sistemas ganadero-agrícolas integrados a sistemas agrícola-ganaderos separados en el espacio de un predio. Por un lado, se abandonó el sistema de rotación de cultivos y pasturas, tradicional en el litoral oeste, y por otro se han incorporado nuevas zonas con potencial agrícola, tradicionalmente ganaderas.

Una de las principales limitantes entre los distintos actores (técnicos, productores, dueños de la tierra) para acordar la trayectoria de sustentabilidad de un sistema, es la falta de un grupo de indicadores reconocidos que puedan ser aplicados de forma sencilla a cualquier predio.

El sector agropecuario debe incorporar el concepto de sostenibilidad, ofreciendo alternativas que permitan conciliar la tensión entre las dimensiones económica y ambiental para generar un ambiente vivible. Para que esto sea posible es necesario brindarles a técnicos, productores y a la sociedad herramientas concretas que permitan evaluar sistemas de producción en términos ambientales y económicos en conjunto.



## Serie Técnica 245

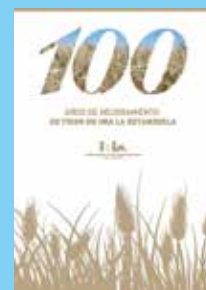
### **Solarización: una técnica de manejo integrado de malezas y plagas en horticultura**

El manejo y control de malezas en cultivos hortícolas ha sido una línea de investigación llevada adelante desde hace mucho tiempo. Desde la década del 90, en Bella Unión, se llevaron adelante trabajos de solarización de canteros para el control de malezas con excelentes resultados.

A partir de ese momento la solarización se fue adoptando en el litoral norte para el control de malezas en los almácigos de cebolla.

La solarización consiste en la cobertura hermética del suelo húmedo con plástico transparente UV, durante un tiempo determinado, contribuyendo al manejo integrado de los almácigos en dos importantes aspectos: disminuir el banco de semillas de malezas existente en el suelo y reducir/controlar algunas enfermedades (tales como mal de almácigos, podredumbre blanca y otros) y nematodos.

En esta publicación se pone a disposición de técnicos y productores la información generada en esta temática.



## 100 años de mejoramiento de trigo en INIA La Estanzuela

Este libro está basado en el Seminario “1914-2014, un siglo de mejoramiento de trigo en La Estanzuela. Un valioso legado para el futuro”, realizado en agosto de 2014. Resume los principales aspectos de una larga historia iniciada en el año 1914, considerando el camino recorrido, los momentos de esplendor y de incertidumbre.

Este documento considera al trigo como cultivo dinamizador de diferentes políticas que fueron elaborándose a partir de los éxitos del Programa de Mejoramiento. Se divide en dos grandes secciones. En la primera se relata la evolución del germoplasma para superar las crisis sanitarias y su adaptación a la evolución de las prácticas agrícolas, presentando los cultivares liberados que hicieron historia. La segunda, toma a la semilla como concepto dinamizador y única forma de difundir y concretar los esfuerzos realizados en los campos experimentales de La Estanzuela.



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)

