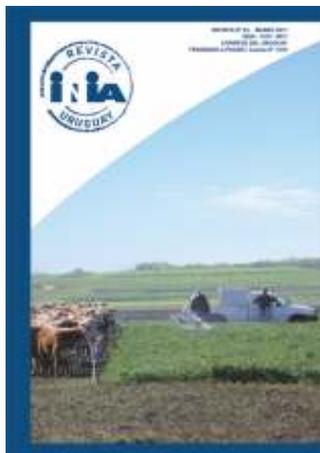


REVISTA N° 24 - MARZO 2011  
ISSN - 1510 - 9011  
CORREOS DEL URUGUAY  
FRANQUEO A PAGAR / Cuenta N° 1010



# Sumario



## INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

JUNTA DIRECTIVA

**Ing. Agr. MSc Enzo Benech**  
MGAP - Presidente

**Ing. Agr. Dr. Mario García**  
MGAP - Vicepresidente

**Dr. MSc Pablo Zerbino**  
**Dr. Alvaro Bentancur**  
Asociación Rural del Uruguay  
Federación Rural

**Ing. Agr. MSc Rodolfo Irigoyen**  
**Ing. Agr. Mario Costa**  
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. Raúl Gómez Miller

**Fotografías:**  
Edison Bianchi, Amado Vergara

**Realización Gráfica y Editorial:**  
Aguila Comunicación y Marketing  
Tel.: 2402 6750, Montevideo.

**Edición:** Marzo 2011 / N°24

**Tiraje:** 22.000 ejemplares.

**Depósito legal:** 334.686

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

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.

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

Oficinas Centrales: Andes 1365 Piso 12  
Montevideo C.P.11700, Tel.: 2902 0550

E-mail: [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)  
Internet: <http://www.inia.org.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 24/ Marzo 2011

### EDITORIAL

1

### INIA POR DENTRO

- Nueva agenda de investigación 2
- Fundación Alberto Boerger 4

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- Producción de carne con Holando 5
- Bienestar animal 11
- El CONEAT en el mercado de tierras 18

### PASTURAS

- Verdeos de invierno 23

### CULTIVOS

- Nuevos cultivares de trigo de ciclo largo 28
- Tres años de investigación en cultivos de invierno en el noreste 33
- Fertilización con azufre 37

### FORESTAL

- Biomasa: fuente de energía renovable 41

### SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

- Sistemas lecheros y su impacto en el suelo 47
- Glifosatos en Uruguay 52

### NOTICIAS

- Nuevo record de fardo ultrafino en Uruguay 56

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



# EDITORIAL

Ing. Agr. Enzo Benech  
Presidente - Junta Directiva INIA

Durante el año 2010, INIA se dedicó a la definición de un nuevo Plan Estratégico Institucional (PEI) para el período 2011-2015. El mismo contempló la redefinición de la Misión, Visión y Valores institucionales, Objetivos y Directrices estratégicas con sus correspondientes estrategias asociadas. El proceso de Planificación Estratégica de INIA implicó una amplia participación interna y externa, a los efectos de asegurar la efectiva incorporación de los interesados, su involucramiento y compromiso.

Actualmente estamos trabajando la siguiente fase del planeamiento estratégico, definiendo planes, programas y proyectos para el próximo quinquenio. Para esta etapa fue fundamental el producto de los talleres realizados con el Ministro del MGAP, sus asesores, representantes de la institucionalidad pública agropecuaria, e integrantes de las organizaciones de productores con representación en la Junta Directiva del Instituto.

En este contexto, se están discutiendo los Planes Directrices Regionales (PDR), los cuales constituyen un aterrizaje fundamental para darle un sentido integral al rumbo estratégico institucional. Asimismo, son claves para interpretar la realidad actual y potencial del espacio geográfico.

Esta articulación supone la identificación, análisis y complementariedad de: líneas de investigación, diseño del sistema de prospección de demanda, captura y transferencia, gestión de relaciones estables con socios estratégicos y adecuación y/o creación de plataformas que viabilicen una propuesta consistente.

Creemos que el INIA cuenta con una organización potente, que constituye un activo institucional. El desafío es que la "matriz" programático-operativa avance de un modelo de estructura organizativa, a un sistema integrador, que sustente el diseño, gestión y actualización dinámica de la estrategia institucional.

El trabajo propuesto requiere del fuerte compromiso de todos y es así que en este momento se están llevando a cabo una serie de talleres de discusión a la interna del Instituto, cuyo producto final será la construcción de la Agenda de Investigación de INIA.

Otro de los aspectos que queremos destacar, es el importante avance que presenta el Instituto con respecto a su política de recursos humanos (RRHH). El desarrollo de subsistemas de RRHH ha sido clave para implementar programas de formación y capacitación continua al más alto nivel académico en busca de la excelencia, de modo que sus colaboradores puedan desempeñarse exitosamente en un entorno cambiante y cada vez más exigente.



El foco de la política de RRHH es alcanzar una cultura organizativa enmarcada y evolucionando en consonancia con el PEI 2011 – 2015.

Dentro de las nuevas políticas instaladas, destacamos la creación de la Fundación de Estudios Agropecuarios Alberto Böerger, la cual tiene por objetivo la capacitación a profesionales, asesores técnicos, productores y otros actores relevantes del sector agropecuario. Además, estimulará la transmisión de conocimientos de los profesionales retirados de INIA hacia las nuevas generaciones.

Asimismo, se aprobó la constitución de un fondo para el desarrollo de un sistema de pasantías remuneradas dentro de la Institución para estudiantes de grado y postgrado, nacionales e internacionales. Esta propuesta aumenta las posibilidades de reclutamiento de jóvenes profesionales que podrán desarrollar compromiso con el Instituto y su vocación por la investigación.

En el marco de la planificación de nuestro futuro, redoblamos el compromiso de continuar trabajando en la formulación y ejecución de programas de investigación agropecuaria tendientes a generar y adaptar tecnologías adecuadas a las necesidades del país, así como participar en el desarrollo de un acervo científico y tecnológico nacional en el área agropecuaria, a través de su propia actividad o de una eficiente coordinación con otros programas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.

# EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA AGENDA DE INVESTIGACIÓN



Gerencia Programático-Operativa

Una vez definido el nuevo Plan Estratégico Institucional (PEI) 2011-2015, al que se arribó luego de un amplio proceso de consulta desarrollado con el MGAP, gremiales de productores integrantes de la Junta Directiva de INIA, Consejos Asesores Regionales y técnicos de la institución, y del que se diera cuenta en nuestra última revista, INIA ha comenzado el proceso de priorización de su nueva agenda de investigación.

Una vez definidos, entre otros objetivos estratégicos, la necesidad de:

- Generar tecnologías de productos y procesos para sistemas de producción agropecuarios sostenibles que promuevan la competitividad y
- Propiciar saltos tecnológicos para el agregado de valor en las cadenas agroindustriales

se ha comenzado la discusión acerca de las líneas de investigación a encarar para dar cumplimiento a ellos.

En ese sentido, y de acuerdo a los Objetivos Estratégicos del PEI, se definieron 11 grandes temas:

- Crecimiento sostenido de la productividad
- Productos y procesos innovadores
- Uso, conservación y valorización de los recursos naturales, recursos genéticos y biodiversidad
- Impacto ambiental de los sistemas de producción
- Adaptación y mitigación del Cambio Climático
- Gestión y uso de recursos hídricos en los sistemas de producción
- Alternativas agrobioenergéticas
- Soluciones tecnológicas que incorporen valor a través de la utilización de TICs y tecnologías emergentes



- Incorporación de diferentes atributos de calidad a productos procesados y materias primas con agregado de valor
- Diferenciación de productos en base a la trazabilidad y certificación de procesos
- Control integrado de malezas, plagas y enfermedades

A su vez, se establecieron siete Sistemas de Producción, con el criterio que varios de estos temas pueden tener un abordaje sistémico que trascienda la lógica de trabajo que se desarrolla por cadena de valor, aunque no por esto olvidamos las claras demandas que provienen de la cadena.

En el mes de marzo han comenzado a desarrollarse talleres involucrando a todos los técnicos del instituto, con el objetivo de discutir, definir y priorizar problemas y oportunidades en cada uno de los diferentes sistemas productivos, para incorporarlos en posibles líneas de investigación. Este constituye un esfuerzo importante de la institución para lograr una participación de todas sus capacidades técnicas, disciplinarias, conocimiento regional y experiencias personales al servicio de la identificación de limitantes al desarrollo del sector agroindustrial y propuestas de soluciones desde la investigación e innovación.

Durante el próximo mes de abril se prevé continuar con talleres de trabajo con representantes externos a INIA, encarando estos mismos aspectos (definir y priorizar problemas y oportunidades) por sistema de producción y por cadena de valor.

El objetivo es que el producto obtenido en estas reuniones, debidamente priorizado, contribuya a generar la agenda de INIA para los próximos años en temas de investigación e innovación, pudiendo dar respuesta a ella con sus propios recursos, asociados con otros agentes de I+D+i a través de herramientas como Innovagro, el FPTA entre otras y/o buscando articular con las capacidades que hay en el país y la región.

Para complementar este relevamiento está previsto además convocar a los grupos de trabajo y conformar grupos de prospección por cadenas de valor, con el objetivo de identificar y priorizar algunas oportunidades y amenazas que puedan comprometer la sostenibilidad de la misma en un horizonte temporal de largo plazo, y que puedan ser resueltas por la generación de tecnología agropecuaria en la fase primaria.

El objetivo es que la presentación de proyectos<sup>1</sup> dentro de los grandes temas priorizados sea un proceso dinámico y flexible, que permita contar con una primera cartera de perfiles de proyectos en junio de este año, sin que esto implique afectar las actividades ya comprometidas en la ejecución de proyectos de investigación en curso y actividades de difusión.

La nueva modalidad de trabajo supone la flexibilización en los mecanismos de convocatoria a la presentación de proyectos de investigación, en oposición a la forma que estaba vigente de definir una cartera fija quinquenal. En este caso habrá proyectos con una duración variable, según el tipo de productos que generen y con llamados periódicos. Se procura de esta forma dotar a INIA de herramientas que le permiten atender la dinámica de cambios en el sector y que se traducen en nuevos problemas u oportunidades.

Todos los proyectos estarán asociados a productos definidos que se espera obtener, con objetivos concretos e indicadores claros.

Los mismos estarán sometidos a una evaluación externa, por pares, considerando su calidad técnica y económica (relación costo/beneficio). Esto constituye un proceso gradual cuya meta es que el 100% de los proyectos internos sea evaluado por calidad en los próximos cinco años, al igual que hoy son evaluados los realizados bajo modalidades competitivas como Innovagro, FPTA y el Fondo Concursable Interno de INIA.

<sup>1</sup> INIA ha definido como unidad básica de trabajo el proyecto de investigación. El proyecto constituye un conjunto lógico de metas, indicadores definidos alcanzables en un determinado tiempo, que implican contribuir a resolver problemas u oportunidades pertinentes para el sector agropecuario, que deben contribuir al logro de los objetivos estratégicos de la institución.

# FUNDACIÓN DE ESTUDIOS AGROPECUARIOS ALBERTO BOERGER

Con fecha 20 de diciembre de 2010 se constituyó la Fundación de Estudios Agropecuarios Alberto Boerger, con la participación de los miembros de la Junta Directiva, el Director Nacional y ex colaboradores técnicos de INIA.

La Constitución de esta Fundación representa un valor agregado para el Instituto ya que permitirá:

- Generar un marco que estimule la transmisión de conocimiento a las nuevas generaciones, transformando el mismo en capital institucional.
- Generar plataformas tecnológicas que faciliten esta transmisión de conocimiento de forma más habitual y permanente.
- Aprovechar la capacidad y competencia del capital humano de la Institución; mediante la instrumentación de modalidades de vinculación que permitan el desarrollo de canales más profundos de interacción con el entorno institucional.
- Evitar la pérdida de capital humano altamente especializado y comprometido con la misión y visión de INIA, para beneficio de las capacidades institucionales.

Los objetivos de la misma fueron definidos como:

- Enseñanza/formación/capacitación a profesionales, asesores técnicos, productores y otros interesados en temas relevantes para el sector agropecuario.
- Estimular la transmisión de conocimiento por parte de colaboradores retirados de INIA a las nuevas generaciones, transformando el mismo en capital institucional.
- Contribuir al fortalecimiento del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), en el sector agropecuario fomentando la accesibilidad a los conocimientos generados en éste.

- Generar plataformas tecnológicas que faciliten la transmisión de conocimiento, habilitando su disponibilidad para facilitar la articulación del mismo con otras Instituciones de transferencia y extensión.

- Realizar estudios y evaluaciones técnico-científicas.

Los cometidos enunciados permitirán capitalizar el conocimiento del capital intelectual para el desarrollo de la colaboración científica nacional e internacional para beneficio de las capacidades institucionales.

Constitución y condiciones de funcionamiento de la Fundación:

1 - Los fundadores son los integrantes de la Junta Directiva.

2 - El Consejo de Administración de la Fundación está integrado por: el Presidente de INIA, el Director Nacional de INIA y un colaborador retirado de INIA.

3 - Quienes presten servicios en la Fundación podrán ser colaboradores retirados de INIA y eventualmente destacados profesionales nacionales o extranjeros.

4 - Una vez constituida la Fundación, deberá establecer mecanismos para la captura de financiamiento que será principalmente a través de: fondos provenientes de contraprestaciones de servicios en cumplimiento de su objeto y convenios celebrados con entidades u organismos nacionales o internacionales.

5 - En caso de que estos convenios o contraprestaciones por servicios que involucren a la Fundación, quedan expresamente excluidas, todas aquellas situaciones que sean financiadas exclusivamente por el INIA y/o aquellas en las que el INIA defina su aprobación.

6 - En los Fondos en los que el INIA participa en su cofinanciamiento, la Fundación sólo podrá acceder a la cuota parte de fondos no aportados por el Instituto.

# PRODUCCIÓN INTENSIVA DE CARNE CON ANIMALES HOLANDO



Ing. Agr. (MSc) Andrea Ruggia<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. (PhD) Fabio Montossi<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. (PhD) Alfredo Albin<sup>3</sup>.

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

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

<sup>3</sup> Programa Nacional de Producción Familiar

## INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la producción de carne en base al uso del novillo Holando ha ganado terreno, fruto del acceso del país a mercados que demandan cortes magros y subproductos cárnicos, principalmente el NAFTA (Pérez, L., 2007). Este contexto ha incentivado a una mayor intensificación de los sistemas de producción de carne Holando, promoviendo una mayor dinámica en este mercado, asociado a la producción lechera de nuestro país, y ha consolidado y generado una nueva expectativa en el uso de esta raza para la producción de carne.

Desde 1998, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR) vienen desarrollando acciones conjuntas con el objetivo de definir diferentes alternativas de producción de carne vacuna ajustadas a las condiciones productivas y socioculturales de predios de área reducida, orientadas fundamentalmente a una mejor remunera-

ción de la mano de obra familiar. En el marco de este acuerdo, en diferentes ambientes de trabajo y coordinación tales como los Grupos de Trabajo de INIA, presentaciones de la Mesa Ejecutiva de CNFR y jornadas con productores en la Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate" (INIA Las Brujas), se constató una demanda referida a las posibilidades de generar investigación y transferencia de tecnología en la producción intensiva de carne con la raza Holando. Las perspectivas de una valorización de la producción de carne con Holando, a través de la diferenciación de productos (animales, cortes y carne) de esta raza permitirían definir varias opciones productivas para los distintos tipos de productores y para diferentes segmentos en los mercados de destino.

El ternero Holando proveniente de zonas lecheras y sus proximidades puede ser una opción de reposición muy atractiva para la invernada, básicamente por ser más barata que la reposición tradicional de ganado de carne de origen británico.

El desarrollo de la producción de carne en las etapas iniciales de recría puede ser una alternativa interesante para productores familiares, ya que se requiere de un uso más intensivo y calificado de mano de obra y se genera un producto que tiene las fortalezas de disponer de un mercado integrado y orientado a la exportación. No obstante, es muy escasa la información tecnológica generada por la investigación en la producción de carne Holando en Uruguay.

## LÍNEAS DE TRABAJO EN INIA

Considerando los antecedentes mencionados, en el año 2004, INIA comenzó a trabajar en una línea de investigación que tiene como objetivo principal generar información tecnológica sobre la producción de carne con animales Holando, contribuyendo a fomentar la diferenciación y valorización de productos cárnicos derivados de esta raza. La misma se basa en tres grandes áreas de trabajo complementario.

**Recría I:** Alternativas de alimentación y manejo durante la recría de machos a partir de un ternero deslechado, con un peso inicial de 70 a 90 kg que debe ser recriado hasta los 150 a 200 kg, con el objetivo de obtener una categoría de reposición para ser utilizada por los invernaderos. Esta actividad está orientada a pequeños y medianos productores, debido a que: i) requiere una menor inversión relativa inicial frente a otras alternativas productivas, ii) son ciclos cortos de producción y rápido retorno de la inversión, y iii) se manejan altas dotaciones y se requiere mucha atención en el manejo productivo y sanitario de los animales (principalmente en la primera etapa posterior al desleche).

**Recría II y/o Engorde:** Esta alternativa parte del mismo ternero deslechado para obtener un animal para: a) enviar a un encierre a corral un novillo con 350 a 380 kg o b) enviar a faena un novillo de 480 a 500 kg.

**Recría y Engorde de Toros:** Consiste en criar y engordar hasta la faena toritos de los cuales también se debe definir y caracterizar claramente el proceso productivo y el producto final requerido, de acuerdo al sistema de producción establecido y mercados de colocación de ese producto, respectivamente.

En este artículo se presenta información obtenida sobre la etapa de **Recría I**. La línea de investigación "Alternativas de alimentación en terneros Holando durante la etapa de recría" presentó como objetivo general evaluar el efecto de diferentes alternativas alimenticias en terneros Holando castrados, durante la etapa de recría, evaluándose aspectos físicos y económicos. Los ensayos se realizaron con terneros Holando castrados nacidos en otoño y primavera, durante 2008 y 2009. Los experimentos fueron desarrollados en el Módulo de Bovinos para Carne de la Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate" (INIA Las Brujas), ubicada en el departamento de Canelones.

## TRABAJOS REALIZADOS EN LA ETAPA DE RECRÍA I

Una vez que los terneros llegaron al Módulo de Bovinos para Carne fueron alimentados con fardos de alfalfa y ración recría (la misma que le estaban suministrando en el predio donde los animales fueron adquiridos). De a poco se fue incluyendo el concentrado (energético y proteico) comenzando con bajas cantidades: 0,3% del peso vivo (PV) hasta llegar al 1% del PV. Esto fue realizado con dos finalidades:

a) favorecer el pasaje del ternero lactante a rumiante debido a que los concentrados energéticos tienen alta velocidad de fermentación y producción de ácidos grasos en el rumen, promoviendo así, un rápido estímulo para el crecimiento y desarrollo de las papilas ruminales.

b) acostumar a los animales a consumir los alimentos.

Luego, en forma gradual, los terneros comenzaron a pastorear la pradera que fue utilizada en el ensayo.

### I.1) Ensayo con terneros nacidos en otoño de 2008

Se utilizaron 64 terneros castrados de la raza Holando, con un peso vivo inicial de  $93 \pm 5$  kg y 4 ½ meses de edad. Los animales fueron asignados a diferentes tratamientos (16 por tratamiento), considerando fecha de nacimiento, padre y peso vivo al inicio del ensayo, de modo que entre tratamientos existiera la menor variabilidad posible asociada al origen y manejo previo. El ensayo fue realizado de agosto a diciembre de 2008. Los animales fueron sometidos a un período pre-experimental de 21 días para adaptación al manejo y a las dietas.



**Cuadro 1** - Peso vivo inicial, edad inicial, peso vivo final, ganancia media diaria de los animales y margen bruto por tratamiento.

	T1	T2	T3	T4
PV inicial (kg)	93,4	94,4	93	92
Edad inicial (meses)	4,5	4,6	4,5	4,6
PV final (kg)	191	192	193	191
GMD (g/día)	730	730	750	740
Número de días	135	135	135	135
Margen bruto (U\$S/animal)	75,3	34,5	40	12,3

GMD: ganancia media diaria. Margen bruto (U\$S/animal) = Producto bruto (U\$S/animal) – Costos directos (U\$S/animal)

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

**T1** = Pastura (Asignación de forraje del 8% del PV) + fardo de alfalfa

**T2** = Pastura (Asignación de forraje del 8% del PV) + ensilaje de grano húmedo de sorgo (1,5% del PV) + fardo de alfalfa

**T3** = Pastura durante 6 horas de pastoreo al día, de 10:00 a 16:00 hrs. (Asignación de forraje del 8% del PV) + Ensilaje de grano húmedo de sorgo (1,5% del PV) + fardo de alfalfa

**T4** = Ensilaje de grano húmedo de sorgo (1,5% del PV) + expeller de girasol (0,33% del PV) + expeller de soja (0,16% del PV) + fardo de alfalfa

La pastura utilizada fue una pradera de tercer año, compuesta principalmente por raigrás anual, trébol blanco y alfalfa. El fardo de alfalfa fue ofrecido a voluntad para todos los tratamientos. El ensilaje de grano húmedo de sorgo fue ofrecido dos veces al día (en la mañana y en la tarde). Todos los terneros recibieron sales minerales. En los animales a corral (T4) la dieta fue compuesta utilizando las tablas de requerimientos nutricionales del NRC (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Seventh Revised Edition, 2001).

En el Cuadro 1 se presenta la ganancia media diaria de los animales y el margen bruto (U\$S/animal) por tratamiento.

Las ganancias de peso fueron similares entre los diferentes tratamientos. Esto puede estar explicado, en los tratamientos con acceso a pastura, por el volumen de forraje ofrecido y su alto valor nutritivo. La suplementación permite aumentar la carga animal sin modificar las ganancias de peso.

Los resultados económicos de todos los tratamientos fueron positivos, a pesar de que la venta de animales no fue valorizada en uno de los mejores momentos, siendo el precio de venta de 1,07 U\$S/kg. Si bien el tratamiento pastoril fue el que obtuvo mayor margen bruto, no significa que sea la única alternativa viable. Los demás tratamientos con acceso a pasturas y suplemento (T2 y T3) permiten aumentar el número de animales por unidad de superficie.

En el tratamiento a corral (T4), el margen bruto fue menor, lo que se explica principalmente por una gran incidencia del costo de alimentación.

En este trabajo fueron utilizadas 6 has, aproximadamente 2 para cada lote de 16 animales de los tratamientos que tenían acceso a la pastura, siendo mayor el área de pastoreo utilizada por los animales que consumieron exclusivamente pastura (T1).

Los lotes suplementados permitieron aumentar la carga animal. Este sistema permite, con buenas pasturas (buena calidad y cantidad), realizar la recría en predios pequeños o destinar poca superficie a la misma, pudiéndose complementar esta actividad con otras en el predio. Los animales de los tratamientos que consumieron pasturas utilizaron aproximadamente 150 días (considerando el período pre-experimental), por lo cual se podría considerar realizar otra actividad con estas pasturas (fardos o producción de carne). Otra opción es realizar dos ciclos de recría de terneros Holando en el año.

## I.2) Etapa de 190 a 300 kg

Luego de finalizada la etapa anterior se realizó otro trabajo con el objetivo de evaluar si la alimentación en la etapa de recría había tenido influencia en la etapa posterior (hasta los 300 kg). Para ello la mitad de los animales de cada tratamiento (T1, T2, T3 y T4) fueron asignados a alguno de los siguientes tratamientos:

- Pastura = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV)
- Pastura + Suplementación = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV) + grano húmedo de sorgo (1% del PV)

Al inicio el ensayo fue planteado con pastoreo de alfalfa, pero debido a la sequía del 2008-2009 hubo que comenzar a ofrecer fardos en los dos tratamientos. En el Cuadro 2 se presenta información sobre la ganancia media diaria de los animales por tratamiento.

Si bien el margen bruto/animal fue mayor para los que consumieron exclusivamente alfalfa, la carga (número de animales por ha) utilizada fue muy baja, ya que la pastura se vio afectada fuertemente por la sequía 2008-2009.

**Cuadro 2** - Ganancia media diaria (g/día) de los animales, margen bruto (U\$S/animal) por tratamiento y número de días para llegar a 300 kg.

	Pastura	Pastura + suplementación
Ganancia media diaria (g)	600 a	840 b
Número de días	167	120
Kilos producidos	110	101
Margen bruto (U\$S/animal)	55,2	31,1

**Nota:** a y b. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias significativas entre las medias ( $P < 0.05$ ).

Al analizar el efecto de la alimentación durante la etapa de recría sobre la ganancia de peso en la etapa posterior (190-300 kg) no fueron observadas diferencias significativas. Es decir que las ganancias de peso entre los 190 y 300 kg no fueron afectadas por la alimentación en la etapa anterior. En este caso las ganancias de peso en la etapa de recría habían sido similares (Cuadro 1).

## II.1) Ensayo con terneros nacidos en primavera de 2008

Para realizar este ensayo fueron utilizados 64 terneros machos castrados de la raza Holando, con un peso vivo inicial de  $98 \pm 9$  kg y 4 ½ meses de edad. Los animales fueron asignados a diferentes tratamientos considerando los mismos criterios utilizados en el ensayo realizado con terneros nacidos en otoño. El ensayo fue realizado de noviembre de 2008 a junio de 2009. El manejo de los terneros fue similar al realizado en el ensayo previo.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

**T1** = Pastura (Asignación de forraje del 5% del PV) + fardo de alfalfa

**T2** = Pastura (Asignación de forraje del 5% del PV) + ensilaje de grano húmedo de sorgo (1.5% del PV) + fardo de alfalfa

**T3** = Ensilaje de grano húmedo de sorgo (1,5% del PV) + Pastura durante 6 horas de pastoreo al día (Asignación de forraje del 5% del PV) + fardo de alfalfa

**T4** = Ensilaje de grano húmedo de sorgo (2% del PV) + expeller de girasol (0,33% del PV) + expeller de soja (0.16% del PV) + fardo de alfalfa

El acceso a los fardos fue *a voluntad* para todos los tratamientos.

En este caso, se utilizó una pastura de alfalfa de tercer año. En el Cuadro 3 se presenta la ganancia media diaria de los animales.

Las ganancias de peso observadas estuvieron influenciadas por la sequía 2008-2009, que repercutió en una disminución importante en la calidad de las pasturas. El margen bruto (U\$S/animal) fue mayor para el tratamiento pastoril (T1) pero las ganancias de peso fueron muy bajas, llevando 80 días más para llegar al peso final (200 kg) con respecto al T4.

## II.2) Etapa de 200 a 300 kg

Luego de finalizada la etapa anterior, la mitad de los animales de cada tratamiento (T1, T2, T3 y T4) fueron asignados a alguno de los siguientes tratamientos:

- Pastura = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV)
- Pastura + Suplementación = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV) + grano húmedo de sorgo (1% del PV)

En este caso hubo efecto de la alimentación en la etapa de recría sobre la ganancia de peso en la etapa de 200 a 300 kg. Los animales que fueron alimentados en la etapa de recría con suplementos (T2 y T3) así como los animales que estuvieron en encierro (T4), presentaron mayores ganancias de peso que los alimentados exclusivamente con pasturas (T1) siendo esta diferencia de 880 g/animal/día vs. 740 g/animal/día.

## III.1) Ensayo con terneros nacidos en otoño de 2009

En este ensayo fueron utilizados 64 terneros Holando con peso vivo promedio inicial de  $98 \pm 6$  kg y entre 4 y 5 meses de edad.

**Cuadro 3** - Peso vivo inicial, edad inicial, peso vivo final y ganancia media diaria de los animales por tratamiento.

	T1	T2	T3	T4
PV inicial (kg)	97.1	97.7	98.2	98.0
Edad inicial (meses)	4.5	4.6	4.5	4.6
PV final (kg)	200	200	200	200
GMD (g/día)	490a	660b	670b	810c
Número de días	210	155	151	126
Margen bruto (U\$S/animal)	79,4	38,7	43,7	31,4

a, b y c. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0.05$ )

**Cuadro 4** - Peso vivo inicial, edad inicial, peso vivo final, ganancia media diaria de los animales y margen bruto por tratamiento.

	T1	T2	T3	T4
PV inicial (kg)	97,6	98	100	99
PV final (kg)	200	200	200	200
GMD (g/día)	750a	850bc	800ab	900c
Número de días	136	120	125	112
Margen bruto (U\$S/animal)	80,2	58,4	50,6	22,5

a, b y c. Letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencias significativas entre las medias (P<0.05).

El manejo de los terneros, el manejo nutricional y las variables evaluadas fueron similares a lo presentado para los ensayos anteriores.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

**T1** = Pastura (Asignación de forraje del 6% del PV) + fardo de alfalfa

**T2** = Pastura (Asignación de forraje del 6% del PV) + grano de maíz (1% del PV) + fardo de alfalfa

**T3** = Pastura durante 6 horas de pastoreo al día (Asignación de forraje del 6% del PV) + Grano de maíz (1% del PV) + fardo de alfalfa

**T4** = Grano de maíz (1,5% del PV) + expeller de girasol (0,33% del PV) + expeller de soja (0,16% del PV) + fardo de alfalfa

La pastura utilizada fue alfalfa. En el Cuadro 4 se presentan los datos de ganancia media diaria de los terneros y margen bruto (U\$S/animal) por tratamiento.

Las ganancias diarias de peso fueron mayores para los animales en encierro (T4) y los animales consumiendo

pastura durante todo el día y grano de maíz (T2) que para los animales sin suplementación (T1).

### III.2) Etapa de 200 a 300 kg

Luego de finalizada la etapa anterior, la mitad de los animales de cada tratamiento (T1, T2, T3 y T4) fueron asignados a alguno de los siguientes tratamientos:

- Pastura = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV)
- Pastura + Suplementación = Alfalfa (Asignación de forraje del 5% del PV) + grano de maíz (1% del PV)

En este caso los animales que consumieron pastura + suplementación tuvieron mayores ganancias de peso (1100 g/animal/día) que los que consumieron exclusivamente pastura (900 g/animal/día). No hubo efecto de la alimentación inicial sobre las ganancias de peso posteriores.

### ASPECTOS PRÁCTICOS A CONSIDERAR

Los animales que nacen en otoño generalmente entran al sistema en invierno (3-4 meses de edad), siendo una época en la cual hay que tener especial atención por las bajas temperaturas y temporales. Es importante considerar montes de abrigo, galpones u otro tipo de instalaciones.

Los animales que nacen en primavera entran al sistema en verano, por lo cual es importante considerar el acceso a sombra.

La etapa de la cría en los terneros es muy importante. En general, los tamberos priorizan la alimentación y sanidad de las hembras, por lo cual al comprar terneros recién deslechados se debe poner especial atención en estos dos aspectos. Hay una gran variación en el estado de los terneros recién deslechados según cómo han sido criados.

El traslado de los animales de un lugar a otro genera estrés por lo cual se deben garantizar las condiciones adecuadas para el mismo.

Al comprar un lote de animales, si bien se busca que sean lo más parejo posible, muchas veces presentan diferencias importantes en edad y peso.





Cuando el lote de animales llega al establecimiento es recomendable que entren en una etapa de adaptación a las nuevas condiciones de alimentación e instalaciones. Es conveniente alojarlos en lugares donde puedan estar controlados, con abrigo y/o sombra, así como un adecuado acceso al agua. La dieta debe contener algún alimento fibroso de buena calidad (ej: fardo de alfalfa) y algún concentrado (puede ser el que le estaban suministrando e ir sustituyéndolo en forma paulatina). En general, después de 15 días comienzan a consumir pasturas, junto con heno y concentrado. Los terneros que tengan algún retraso en su desarrollo permanecen más tiempo hasta su recuperación.

## COMENTARIOS FINALES

Las ganancias de peso fueron diferentes según el año y momento de entrada de los animales al sistema (parición de otoño vs. parición de primavera) y el origen de los animales. Los ensayos fueron realizados sobre diferentes pasturas (cantidad y calidad) y con diferentes suplementos. Es importante considerar para el análisis de la información, que la sequía 2008-2009 puede haber influenciado la calidad de la pastura y en consecuencia las ganancias diarias de peso.

En dos de los ensayos no hubo efecto del sistema de alimentación durante la etapa inicial sobre la ganancia posterior de peso en los animales (hasta los 300 kg). Cuando las ganancias en la etapa inicial (90 a 200 kg) fueron relativamente bajas (en comparación con las demás), las ganancias posteriores se vieron influenciadas por las diferencias iniciales. Sin embargo, al analizar

esta información hay que considerar que gran parte de la misma fue obtenida en el período de seca.

La información presentada por INIA en este artículo demuestra que existe un potencial para incrementar la producción de carne del Uruguay (nacen aproximadamente 180.000 terneros Holando/año) mediante la intensificación de la producción con animales de esta raza, y donde la producción familiar tiene una opción interesante para favorecerse económica y socialmente.

La disponibilidad de una cadena de valor funcionando orientada hacia la exportación es una ventaja para la concreción de este agronegocio, como una herramienta de inclusión social. Las alianzas entre productores e industria con el apoyo de políticas de incentivos, pueden consolidar esta opción. Esta línea de trabajo de INIA continúa generando información tecnológica que será difundida en próximas entregas.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Seventh Revised Edition, 2001

PEREZ, L. 2007. La producción de carne Holando en Uruguay. IX Congreso Holstein de las Américas, Colonia, Uruguay

## AGRADECIMIENTOS

Al funcionario de INIA Carlos Macias que colaboró en los ensayos mencionados.



# TEMPERAMENTO - BIENESTAR ANIMAL - CALIDAD DE PRODUCTO



Ing. Agr. (PhD) Marcia del Campo  
Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

El Bienestar Animal (BA) es un concepto que ha venido ganando importancia por la exigencia de los consumidores de los países que compran nuestra carne, aumentando los requerimientos sobre el buen trato animal, los que en breve se trasladarían a los países que los abastecen. Nuestro desafío como país exportador, además de considerar el aspecto ético, será el de generar información científica sobre las características de nuestros sistemas de producción desde el punto de vista del bienestar de los animales.

Podemos definir al BA en términos del funcionamiento normal y satisfactorio de los sistemas biológicos, estando determinado por la ausencia de respuestas de estrés (al menos en el largo plazo) y por la capacidad de los animales de adaptarse al ambiente que los rodea.

A nivel de producción, en la mayoría de los casos se dan combinaciones de diferentes agentes estresantes, tales como variaciones en el medio externo (falta de alimento, falta de agua, agresión, inmovilización, frío, calor), determinadas alteraciones psicológicas (miedo, ansiedad, aburrimiento, frustración, depresión) así como también algunos cambios en el medio interno: enfermedades, lesiones, dolor.

Las respuestas de estrés de cualquier organismo animal (ser humano, vacuno, ovino) normalmente implican

cambios de comportamiento y cambios fisiológicos, con la finalidad de contrarrestar los efectos negativos y adaptarse a ellos. En general, la situación de estrés provoca una descarga hormonal inmediata en la sangre, activa el sistema inmunitario, y altera el comportamiento.

¿Y eso porqué nos interesa a los efectos de la producción?

La respuesta de estrés en animales implica la movilización de reservas energéticas del cuerpo para ponerlas a disposición del cerebro y de los músculos. La descarga hormonal mencionada, aumenta la función cardiovascular y ocasiona cambios en el metabolismo de la glucosa y provocaría la degradación proteica en las fibras musculares, la lipólisis y la concentración de ácidos grasos en sangre, a la vez que se produce una acción antiinflamatoria y efectos sobre el sistema inmunitario.

En muchas ocasiones y en un primer momento, estas respuestas son beneficiosas porque permiten lograr la adaptación. Sin embargo, si el estrés es muy severo o por períodos de tiempo muy prolongados, esas reacciones provocan efectos negativos sobre diferentes órganos y mecanismos fisiológicos, así como sobre el sistema inmunitario. Si bien se deben prevenir situaciones de estrés severas o prolongadas, hay que evitar además aquellas situaciones intermedias, en las que el



animal termina por adaptarse a un evento o situación estresante, pero en el que el costo biológico/económico puede ser muy grande. Muchas veces ni siquiera detectamos que están ocurriendo y mucho menos medimos el costo de esa adaptación. Ejemplos de esto serían, un simple cambio de potrero, la mezcla de animales que no habían estado juntos antes, el mal manejo en las mangas, algunas prácticas realizadas en el momento inadecuado o de forma inapropiada (castración, descorne, destete). Además del carácter del agente estresante, existen diferencias individuales (temperamento) que afectan la respuesta de los animales frente al estrés.

## ¿QUÉ ES EL TEMPERAMENTO?

El temperamento ha sido definido como el comportamiento del animal en respuesta al manejo<sup>2</sup>, siendo el equivalente a la personalidad en humanos y está determinado por una compleja interacción entre genética y experiencia previa. En ciertas ocasiones el concepto de temperamento se restringe a la expresión o modo en que los animales perciben y reaccionan frente a estímulos que originan miedo. Se habla entonces de reactividad emocional.

### Genética: Temperamento y Raza

Las primeras diferencias en temperamento entre razas bovinas fueron determinadas hace más de 40 años, momento en que se determinó que los animales Hereford eran dóciles, los Angus inquietos y nerviosos y los Shorthorn impredecibles.

En bovinos para carne, la investigación ha demostrado que las razas bovinas con componentes *Bos indicus* son más temperamentales y difíciles de manejar en condiciones extensivas, que las razas *Bos taurus*.

Las diferencias raciales de temperamento también han sido observadas en equinos<sup>6</sup> y en ovinos, por su reactividad ante el ser humano<sup>5</sup>.

Es importante destacar que independientemente de la especie o de la raza, descartando del rodeo a los animales agresivos, estaríamos beneficiando el BA y el bienestar del operario.

### Experiencia previa: Temperamento y Manejo

La evidencia científica muestra que los animales de temperamento más excitable son más susceptibles al estrés generado ante situaciones rutinarias de manejo tales como movimientos de potrero, procedimientos sanitarios, así como también ante situaciones novedosas tales como el embarque y desembarque, transporte, la espera en corrales de frigorífico. Los animales de temperamento negativo, más agresivos o nerviosos son más propensos a sufrir incidentes, inicialmente reaccionan en forma más enérgica ante situaciones novedosas, son más propensos a vocalizar ante pequeñas distracciones como sombras o reflejos y son más agresivos con sus congéneres. Varios autores han reportado que cuando se practican manejos no dolorosos en forma reiterada a animales excitables y calmos, los primeros muestran una mayor dificultad para adaptarse a ellos. Es así que el manejo inadecuado de animales con temperamento excitable, será más perjudicial que cuando se realiza con animales tranquilos.

Decíamos que el temperamento estaba determinado por una compleja interacción entre genética y experiencia previa. El productor agropecuario puede trabajar en la mejora del temperamento de su rodeo, a través de decisiones que involucren genética, pero también puede hacerlo a través de la mejora en la calidad del manejo.

Si queremos trabajar con ética, reducir los riesgos de accidentes laborales, producir más y obtener productos de buena calidad, debemos mejorar la calidad de nuestro manejo.

## RELACIÓN ENTRE TEMPERAMENTO Y CARACTERES ECONÓMICOS

El conocimiento científico sostiene que el temperamento de los individuos presenta un efecto importante sobre la capacidad reproductiva, sobre la productividad (medida en términos de tasa de crecimiento, ganancia de peso, producción de leche) y también sobre la calidad de producto.

### Temperamento y Productividad

Se ha destacado que la respuesta aguda y crónica de estrés ante la presencia del ser humano, presenta un efecto importante sobre la tasa de crecimiento/engorde del animal. Es lógico entonces que el temperamento, definido como la respuesta de estrés del animal ante el manejo, presente un efecto importante sobre el desempeño productivo de los animales.

Este impacto del temperamento puede ser explicado en forma muy sencilla, por las diferencias observadas en la

tasa de conversión del alimento y el consumo neto de alimento, al comparar animales con diferente score de temperamento<sup>1</sup>. La eficiencia con la que los animales convierten el alimento en energía es variable entre individuos. Dicha eficiencia de conversión es comúnmente medida como el consumo residual. Ese consumo residual es la diferencia entre el consumo real/observado y los requerimientos necesarios para el mantenimiento y la producción. Uno de los mecanismos fisiológicos que tiene mayor efecto sobre la variación de ese consumo residual, es la susceptibilidad individual frente al estrés<sup>3</sup>. Una de las formas de reacción frente al estrés es el incremento de la tasa metabólica, por lo tanto, el consumo y la utilización de energía del organismo resulta alterada<sup>4</sup>.

### Temperamento y Calidad de carne

El estrés previo a la faena, reduciría el contenido del glucógeno del músculo del animal vivo (mayor gasto energético debido a privación de alimentos, miedo, comportamientos agresivos, montas, peleas, etc.) lo cual produciría un pH último más elevado. El glucógeno del músculo (reservas de energía) es el sustrato necesario para que la transformación de músculo a carne sea correcta y se llegue a un valor de acidez adecuado en la misma. Si no hay glucógeno, no se produce ácido láctico y el pH permanece alto (mala calidad de la carne y mayor vulnerabilidad frente a microorganismos).

De esta forma se verían afectadas diversas características deseables de calidad de carne, tales como la terniza y el color. Sea cual sea el factor generador del estrés (físico o psicológico) resulta en una descarga hormonal que indirectamente implica la remoción/destrucción de glucógeno. Si un animal de temperamento excitable es deficiente en la producción de corticosteroides para la recuperación de esos niveles de glucógeno, se mantendrán esos bajos niveles crónicos de glucógeno. Es así que cuando estos animales son sometidos a un factor adicional de estrés, estarán más propensos a presentar pH elevados que un animal calmo o de temperamento normal.

El descanso de los animales durante el transporte o antes del sacrificio se ha demostrado que tiene efectos beneficiosos sobre la calidad de la carne. La información generada hasta el momento sugiere que animales más temperamentales sufrirían más y no serían capaces de descansar tan eficazmente como los animales dóciles, si bien se carece de estudios que contrasten esta hipótesis.

Por otra parte, existen datos que muestran que el temperamento tiene un efecto significativo sobre la aparición de hemorragias superficiales o hematomas. Investigadores de Australia determinaron que en promedio, la diferencia en hematomas entre bovinos con las mayores (peores) y las menores puntuaciones de temperamento fueron equivalentes a 1,5 kg de mermas por recortes por canal. Las muestras de bovinos con los tempera-

mentos más fuertes fueron menos tiernas. Este estudio indicó que la aparición de carnes oscuras estaba causada principalmente por actividades que dejan exhaustos a los animales, tales como la monta, complementadas por interacciones sociales causantes de estrés.

### DETERMINACIÓN DEL TEMPERAMENTO

Muchos autores han utilizado y adaptado diversas metodologías para la determinación del temperamento en bovinos. Una herramienta para medir temperamento debe ser confiable y repetible y deberá estar vinculada a la respuesta individual frente al estrés. Algunas registran el comportamiento del animal frente a la presencia humana, en condiciones de movimiento restringido o controlado, basándose generalmente en apreciaciones subjetivas sobre la resistencia que manifiestan los animales ante esa restricción física. Otras se realizan con el animal libre, en un área relativamente extensa y se computa su comportamiento en relación a la respuesta al miedo frente al ser humano u a otro factor determinado.

Una manera alternativa de evaluar el temperamento es atender a la respuesta a cambios ambientales, como el aislamiento social (los rumiantes son animales altamente sociales), el manejo, la introducción de un objeto nuevo o la competición alimentaria. El test de campo abierto sería una prueba para detectar el miedo en general, mientras que la determinación del miedo a personas podría hacerse mediante la inmovilidad tónica (aves), el coceo del ganado vacuno durante el ordeño y a través de los test de aproximación - evitación<sup>7</sup>.

Actualmente, INIA está trabajando en el ámbito regional con Institutos y Universidades de Argentina y Brasil, para estandarizar los tests utilizados a nivel experimental en bovinos, de forma de comparar la información científica generada en la región.



Equipo para medir flight-time. Foto: INTA Col. Benítez, Chaco (Argentina).

En los últimos años (2005 a 2010) INIA ha realizado una serie de experimentos con el objetivo general de evaluar el efecto de diferentes sistemas de alimentación y manejo previo a la faena, sobre el BA y la calidad de la canal y la carne de novillos en terminación. Allí, se ha puesto especial atención en el estudio del temperamento individual y su efecto sobre indicadores fisiológicos de estrés, indicadores productivos y de calidad de carne. Los resultados de estos trabajos han sido difundidos en varias instancias, pero en esta ocasión se presentarán aquellos relacionados directamente con temperamento en 2 experimentos que pretendieron abarcar el abanico de alternativas nutricionales que normalmente se le presentan al productor uruguayo para la terminación de novillos.

## TEMPERAMENTO, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE PRODUCTO - RESULTADOS NACIONALES

M. del Campo<sup>a</sup>, X. Manteca<sup>b</sup>, J. M. Soares de Lima<sup>a</sup>, G. Brito<sup>a</sup>, P. Hernández<sup>c</sup>, C. Sañudo<sup>d</sup>, F. Montossi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> INIA Tacuarembó - Uruguay. <sup>b</sup> Universidad Autónoma de Barcelona - España. <sup>c</sup> Universidad Politécnica de Valencia - España. <sup>d</sup> Universidad de Zaragoza - España

### Descripción de los Experimentos

**Experimento 1:** se utilizaron 84 novillos Hereford, 391 Kg de peso vivo y 1½ años de edad, terminados en 4 sistemas de alimentación:

- T1) pastura sin uso de suplemento
  - T2) pastura + grano de maíz al 0.6% PV
  - T3) pastura + grano de maíz al 1.2% PV
  - T4) a corral: concentrado + heno de alfalfa a voluntad
- Pastura: pradera artificial de alfalfa, trébol blanco y festuca

**Experimento 2:** se utilizaron 60 novillos Braford y Hereford de 2½ años de edad, asignándose equitativamente animales de ambas razas, a dos estrategias de alimentación y dos tiempos contrastantes de espera (3 y 15 horas) en corrales de frigorífico, previo a la faena.

Sistemas de alimentación:

- D1) campo mejorado en cobertura (lotus corniculatus y trébol blanco)
- D2) campo natural + grano de maíz al 1% PV

Determinaciones:

En ambos experimentos se registraron variables productivas, fisiológicas y conductuales, además del temperamento:

- productivas (peso vivo, AOB y espesor de grasa por ultrasonografía).
- fisiológicas. Exp 1: proteínas de fase aguda y cortisol en heces cada 28 días y previo al embarque. Exp 2: hematócrito, cortisol, creatin fosfoquinasa, ácidos grasos libres y Beta hidroxibutirato en sangre, cada 28 días y en diferen-

tes momentos previo a la faena (pre embarque, luego del transporte, luego de la espera y previo al noqueo).

- de conducta. Exp 1: a pastoreo y Exp 2: en corrales de espera de frigorífico.
- de calidad de canal y carne (descenso de pH y temperatura de la canal, terneza de la carne).

Los test de temperamento, realizados cada 15 días desde el inicio del experimento hasta un día previo al embarque, fueron:

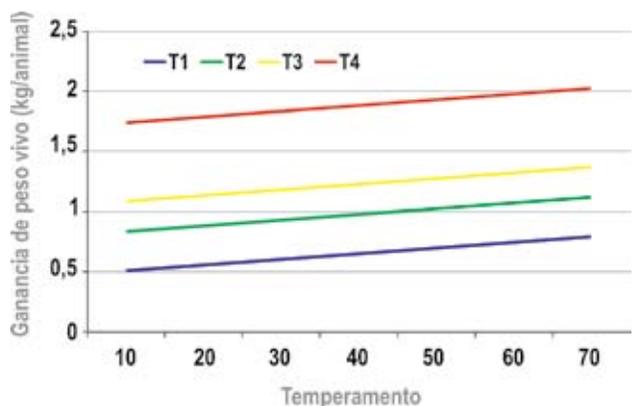
- a) Resistencia al encierro: Escala 1-5 donde 1 es un animal calmo y 5 un animal combativo.
- b) Tiempo de huída cuando el animal es liberado de una situación de encierro: 5 metros
- c) Velocidad de huída: al liberarlo de la situación de encierro: Anda-Trota-Corre

Al presentar resultados nacionales, siempre que se hable de temperamento, nos estaremos refiriendo a un Índice de temperamento multicriterio, construido con los resultados de estos 3 tests.

### Resultados

Temperamento y ganancia de peso

Las alternativas de alimentación evaluadas en ambos experimentos permitieron ganancias de peso adecuadas a los objetivos planteados. En general, éstas estuvieron directamente relacionadas al nivel de energía de la dieta. En lo que respecta a la relación entre el temperamento individual y el desempeño productivo, los animales más dóciles o tranquilos tuvieron mayores ganancias de peso en todas las alternativas evaluadas y en las diferentes razas (Fig. 1 - Exp. 1).



**Figura 1** - Ganancia de peso y Temperamento según Tratamiento. **Experimento 1.**

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más tranquilos.

T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

**Cuadro 1** - Ganancia de peso y Temperamento según Dieta y Raza. Experimento 2.

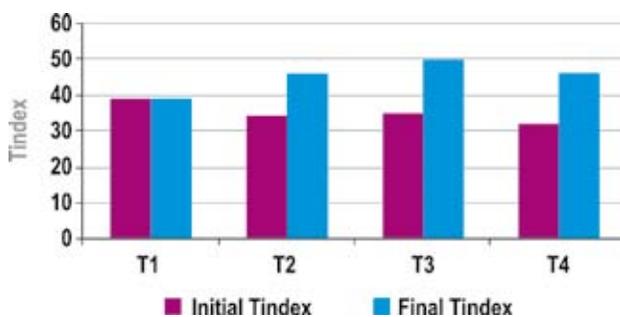
	Pastura + Grano	Campo Mejorado	Braford	Hereford
Ganancia de peso (Kg)	0.63	0.64	0.73	0.53
Índice de Temperamento	60	63.3	50.9	62.1

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos

Estos resultados coinciden con los reportados por Voisinet et al. (1997) quienes encontraron mayores ganancias diarias (0.19 kg/día) en novillos *Bos taurus* de temperamento tranquilo, al compararlas con animales de temperamento excitable. La depresión del crecimiento es la consecuencia de una serie de respuestas agudas o crónicas debido a la presencia del hombre, siendo aún más relevante en animales más temperamentales.

### Evolución del temperamento

En la Figura 2 puede observarse el temperamento al inicio del experimento y luego de 5 meses, dentro de cada Tratamiento del Experimento 1. El cumplimiento de protocolos de Buenas Prácticas de Manejo (BPM), determinó un efecto positivo en la evolución del temperamento de los animales, especialmente en aquellos sistemas de producción que implicaron mayor contacto con el hombre (suplementados). Los animales que reciben un manejo adecuado frecuente y que están en mayor contacto con el hombre, se ven menos estresados cuando son llevados a las mangas o sometidos a cualquier tipo de manejo.



**Figura 2** - Índice de temperamento (TIndex) al inicio y al final del ensayo, por Tratamiento.

Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos. T1) pastura, T2) pastura + grano al 0.6% PV, T3) pastura + grano al 1.2% PV, T4) a corral.

### Temperamento y Raza

En el Experimento 2, no se registraron diferencias de temperamento final en función de la dieta, pero los novillos Braford fueron más temperamentales y difíciles de manejar que los de raza Hereford, independientemente del sistema de alimentación (Cuadro 1).

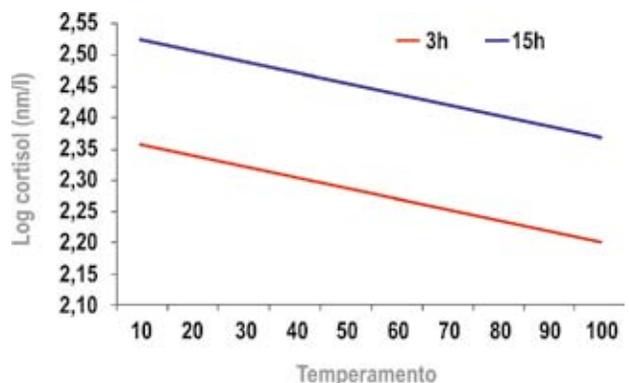
A pesar de que estas diferencias podrían deberse en parte a factores ambientales, las diferencias genéticas en cuanto a docilidad o excitabilidad del ganado bovino han sido demostradas por diferentes autores. Si bien no se registraron eventos importantes de agresividad durante los experimentos, se destaca que el temperamento de los novillos Braford no evolucionó en forma positiva ni siquiera en el tratamiento suplementado. Esto implicaría que el cumplimiento de BPM se vuelve aún más relevante al momento de trabajar con razas más excitables.

Al igual que en el experimento 1, los animales más calmos/tranquilos (dentro de cada raza), presentaron mayores ganancias de peso vivo.

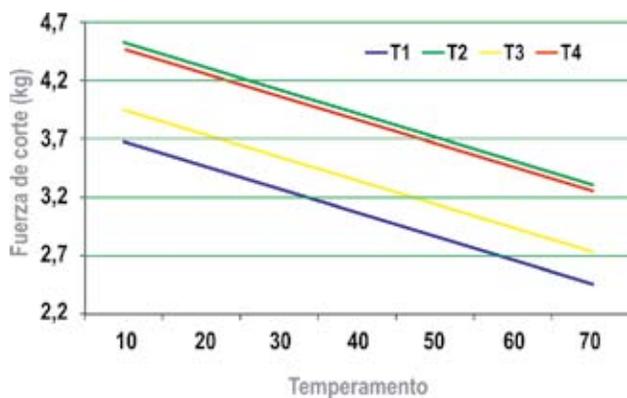
### Temperamento y variables fisiológicas

Los animales más tranquilos presentaron una menor respuesta de estrés tanto físico como emocional (creatinosfoquinasa, ácidos grasos libres, cortisol) en las diferentes etapas previas a la faena (transporte por carretera, espera en corrales, traslado al cajón de noqueo,  $p < 0.05$ ).

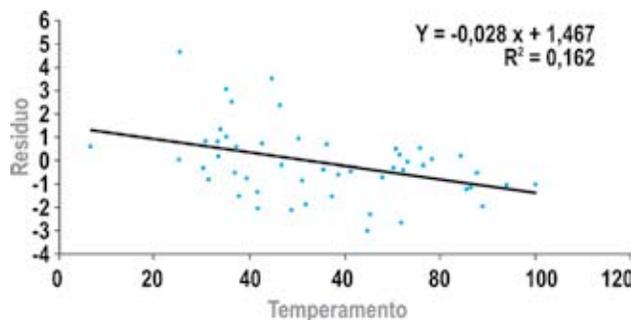
En la Figura 3 se observa que animales más tranquilos del Experimento 2 presentaron menores concentraciones de cortisol en sangre al momento de la faena, independientemente de la raza.



**Figura 3** - Índice de Temperamento y valores de cortisol (log) al momento de la faena. Experimento 2. Líneas de Tendencia por Grupo de faena, estimadas por análisis de regresión ( $R^2=0.30$ ).



**Figura 4** - Fuerza de corte y Temperamento según Tratamiento (Experimento 1). Nota: Mayores valores de temperamento implican animales más calmos.



**Figura 5** - Residuos de una regresión múltiple de Fuerza de corte en respuesta a diferentes variables (pH, grupo de espera, raza, peso vivo final e inicial), graficados con Temperamento (Exp. 2).

Los factores estresantes parecen ser aditivos, por lo que la ocurrencia de factores estresantes múltiples en las etapas previas a la faena tendrían un efecto mayor sobre el BA y la calidad de la carne que cuando ocurren en forma aislada, siendo aún más importante este efecto en animales más excitables.

Esto implicaría que el cumplimiento de BPM a lo largo de toda la cadena de producción, se vuelve aún más relevante al momento de trabajar con razas/individuos más excitables.

**Temperamento y Calidad de carne:**

En ambos experimentos, los animales más tranquilos produjeron carne más tierna (menores valores de fuerza de corte con el equipo Warner Bratzler), Experimento 1: Figura 4 y Cuadro 2.

La mayor descarga del sistema nervioso simpático (adrenalina) en animales más temperamentales, provocaría el consumo del glucógeno del músculo impidiendo su correcta acidificación y afectando en forma negativa las características organolépticas de la carne. Dicha descarga, presentaría además un efecto inhibitorio sobre el sistema de las proteínas que se encargan de tiernizar el músculo (“calpastatinas-calpaínas”).

Es sabido que los animales con componente Bos indicus presentan carne menos tierna que los Bos taurus

(por un mayor contenido de calpastatinas, proteínas que impiden la tiernización, por un mayor contenido o insolubilidad del colágeno).

Pero es de destacar que en el Experimento 2, los animales más tranquilos, presentaron menores valores de fuerza de corte (carne más tierna), independientemente del sistema de alimentación y también de la raza (Figura 5, p<0.05).

Una vez más, el cumplimiento de BPM a lo largo de toda la cadena de producción es fundamental y cobraría aún más relevancia al momento de trabajar con razas/individuos más excitables.

**CONCLUSIONES Y ALGUNAS CONSIDERACIONES PRÁCTICAS**

Más allá del sistema de producción, de la especie en cuestión o de la raza, de las instalaciones adecuadas, el factor clave para mejorar el BA, la producción y la calidad de producto en forma integral, es la capacitación del personal que trabaja con los animales.

Las BPM que promueven el buen trato de los animales son determinantes de su temperamento y por tanto de la relación hombre-animal, en términos de:

- facilitar su manejo.
- reducir los riesgos de accidentes laborales.

**Cuadro 2** - Fuerza de corte y Temperamento (Exp. 1).

	FC < 3 Muy Tierno	3 > FC < 4 Tierno	FC > 4 Menos tierno
Temperamento	Mansos	Intermedios	Nerviosos



Por mayor información sobre este tema:

- Journal of Meat Science, 86 (2010): pp 908-914. Finishing diet, lairage time and temperament effects on carcass and meat quality traits in steers. M. del Campo et al.
- Journal of Meat Science, 80 (2008): pp 753-760. M. del Campo et al.
- CD Seminario de Carne INIA Tacuarembó, 20 y 21 de setiembre de 2010.
- Revista INIA número 18 (2009).
- Serie Técnica INIA 168 (2007).

#### Referencias

- 1 - Blache, D.; del Campo, M.; Bickell, S. 2011. Breeding for improved temperament and its implications. *In press*.
- 2 - Burrow, H. M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstract*, 65:477-495.
- 3 - Herd RM, Arthur PF. Physiological basis for residual feed intake. *Journal of Animal Science*, 2009; 87(14 Suppl.):E64-71.
- 4 - Knott, SA, Cummins LJ, Dunshea FR, Leury BJ. Feed efficiency and body composition are related to cortisol response to adrenocorticotropin hormone and insulin-induced hypoglycemia in rams. *Domestic Animal Endocrinology*, 2010, 39(2):137-46.
- 5 - Le Neindre, P.; Poindron, P., Trillat, G.; Orgeur, P. Influence of breed on reactivity of sheep to humans. *Genetics Selection Evolution*, 1993, 25:447-58.
- 6 - Lloyd, A.S., Martin, J.E., Bornett-Gauci, H.L.I.; Wilkinson, R.G. Horse personality: Variation between breeds. *Applied Animal Behaviour Science*, 2008; 112(3-4):369-83.
- 7 - Piedrafita, J.; Manteca, X. Mejora genética del comportamiento y del bienestar del ganado rumiante.
- 8 - Voisinnet, B.D., Grandin, T.; Tatum, J.D.; O'Connor, S.F.; Struthers, J.J. Feedlot cattle with calm temperaments have a higher average daily weight gains the cattle with excitable temperaments. *Journal of Animal Science*, 1997; 75:892-6.

- prevenir el estrés y las lesiones innecesarias en los animales.

- promover efectos positivos sobre la productividad y la calidad de producto.

El temperamento es un factor importante a considerar en la producción pecuaria. Los resultados primarios generados por INIA en Uruguay, así como los internacionales, nos indican que tendría un efecto sobre la rentabilidad de las empresas de producción de carne en condiciones extensivas, debido a su efecto en el incremento de los costos de producción, posiblemente a través de la relación temperamento-crecimiento o engorde y a través de la relación temperamento-calidad de canal y carne.

#### RECORDEMOS:

El hombre es el principal factor de estrés en los animales y es el responsable de casi todos los otros factores que influyen en su bienestar.

La reacción de los animales frente a las personas es un buen indicador del tipo y calidad de manejo que han tenido hasta entonces.



# USO DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD CONEAT EN EL MERCADO AGROPECUARIO DE TIERRAS<sup>1</sup>



Ing. Agr. (PhD) Bruno Lanfranco Crespo  
Econ. Gonzalo Sapriza Fraga

## INTRODUCCIÓN

El índice de productividad CONEAT es ampliamente utilizado en Uruguay, por parte de los operadores de mercado, para comparar valores entre inmuebles rurales. Operadores, vendedores y compradores de campo lo consideran como un factor relevante en la formación del precio y comercialización, asociando los valores de CONEAT a la calidad del campo.

Por su lado, analistas e investigadores, a nivel público y privado, lo emplean como factor de referencia en sus estudios, comparando valores promedio, mínimos y máximos, de acuerdo a diversos factores como el tamaño del predio, su localización y el tipo de actividad productiva, en su intento de identificar los principales aspectos que determinan el comportamiento del mercado.

De la misma forma, quienes están a cargo del diseño de políticas públicas y quienes toman decisiones en esta área, basan sus acciones en criterios que involucran el uso del CONEAT como indicador de la productividad de la tierra.

Por la forma en que fue construido, el índice representa las relaciones de productividad en forma lineal. Desde su origen mismo, pretendió establecer esa misma relación con el valor real de la tierra. Sea con fines académicos, fiscales, de política social o simplemente de mercado, la práctica común para realizar comparaciones entre valores de inmuebles rurales, ha sido expresarlos en términos promedio transformándolos a una base común (CONEAT 100), mediante una simple regla de tres.

Su utilidad como instrumento de comparación ha sido incluso cuestionada en la medida que utiliza exclusiva-

<sup>1</sup> Parte de esta investigación fue tema del trabajo de investigación monográfico presentado por Gonzalo Sapriza ante la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Católica del Uruguay "Dámaso Antonio Larrañaga", para la obtención del título de la Licenciatura en Economía.

mente parámetros de producción ganadera. Esto no le permitiría capturar cabalmente la productividad y el valor de la tierra, cuando ésta tiene otras aptitudes de uso muy diferentes a la ganadería, como ser la producción arrocera o forestal. En otras palabras, las aptitudes u orientaciones no ganaderas de la tierra se encontrarían desvirtuadas por el índice CONEAT. Como una prueba de eso se ha mencionado la falta de una correlación directa entre productividad CONEAT y el precio de la tierra, afectando fundamentalmente a los campos con bajo nivel de productividad, los que no encuentran un reflejo claro en el índice.

Sin embargo, ¿cuál es la relación entre el valor real señalado por catastro y el precio de mercado? ¿Debe ser acaso lineal? ¿Qué papel ha jugado el índice CONEAT en la determinación del precio de los inmuebles rurales en el Uruguay? ¿Qué otras características (aptitud de uso, tamaño y la localización del predio) han mostrado ser relevantes para el mercado? Estas son algunas de las cuestiones encaradas en un trabajo de investigación llevado a cabo en INIA y cuyos principales resultados se presentan en este artículo<sup>2</sup>.

## EL INDICE CONEAT

El programa CONEAT fue creado en la década del 60 con el objetivo de fijar, mediante un índice, la capacidad productiva media del país y la de cada inmueble rural<sup>3</sup>. Si bien su creación se debió a la necesidad de implementar un nuevo régimen impositivo, con el tiempo se fue convirtiendo, también, en una referencia para estimar la calidad de un predio y comparar su valor frente a otros de diferente capacidad productiva.

El índice de productividad CONEAT intenta expresar la relación entre la capacidad de producción de un predio, medida en términos de carne y lana, con las unidades de suelo que lo componen. Los grupos CONEAT se conformaron a partir de 185 grupos de suelos, ampliados luego a 188, agrupados en 13 zonas de uso y manejo de suelos que guardan relación con las unidades de la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (CRSU) a escala 1:1.000.000 de la Dirección de Suelos y Fertilizantes (DSF) (Ilustración 1). No son estrictamente unidades cartográficas de suelos, sino áreas homogéneas definidas por su capacidad productiva en términos de lana y carne bovina y ovina en pie<sup>4</sup>.

Desde el punto de vista edafológico, CONEAT considera la productividad como la capacidad inicial de suelo para producir un cierto rendimiento por hectárea y por año. Teóricamente, se puede expresar como el "porcen-



**Ilustración 1** - Zonas de uso y manejo de suelos y carta de suelos 1:1.000.000 (CRSU).

**Fuente:** Adaptados de RENARE-MGAP.

<sup>2</sup> El trabajo completo está siendo publicado en: Lanfranco, B. y Sapriza, G. (2001) El Índice CONEAT como medida de productividad y valor de la tierra. Instituto INIA Serie Técnica 187. Montevideo (40 pp).

<sup>3</sup> El decreto 368/968, del 7/6/68 y la Ley N° 13.695, del 24/10/68, a través de sus artículos 65 al 67, establecieron la creación, integración y cometidos de la Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT).

<sup>4</sup> CONEAT (1979) Grupos de suelos CONEAT. Índices de productividad. Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra, Ministerio de Agricultura y Pesca. CONEAT-MAP. Montevideo: 167 pp.

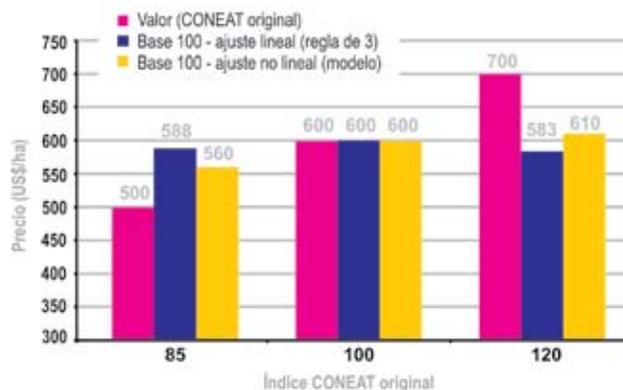
taje del rendimiento óptimo que se obtiene en el suelo que ofrece las condiciones más favorables, bajo una tecnología definida". Esto se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 100. A partir de éste, se asignaron valores entre 0 y 236 a la totalidad de las unidades de suelo del país.

Así fue como la productividad de cada padrón, padrones o predios pudo ser estimada ponderando los índices de las unidades de suelos presentes en el mismo. Finalmente, se estableció una relación entre la productividad medida a través del índice y el valor real de un padrón. Multiplicando el índice de valor real de un padrón por el valor de catastro fijado para la hectárea media del país (CONEAT 100) da como resultado el valor de la hectárea para uso impositivo<sup>5</sup>.

## USO DEL ÍNDICE CONEAT EN EL MERCADO DE TIERRAS

El estudio se llevó a cabo utilizando una base de datos proporcionada por la consultora SERAGRO, que contiene operaciones de compra-venta de inmuebles rurales de más de 1.000 hectáreas, registradas por el Instituto Nacional de Colonización (INC). A los datos originales del INC, la consultora SERAGRO añadió otras operaciones no registradas por el INC, por no llegar a las 1.000 hectáreas. La base definitiva estuvo compuesta por 1.407 observaciones que dan cuenta de otras tantas transacciones realizadas entre diciembre de 1993 y abril del 2005, inclusive. Involucran algo más de 2,4 millones de hectáreas, por un valor total que supera los 1.435 millones de dólares.

Para cada transacción se registró la fecha (mes y año), el precio pactado (en dólares por hectárea), la superficie (en hectáreas), el índice CONEAT, la localización geográfica (departamento) y aptitud de uso del predio (ga-

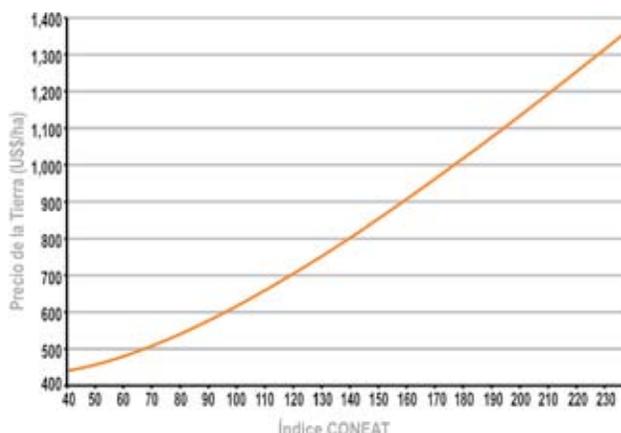


**Gráfica 2** - Ajuste del precio de la tierra por el índice CONEAT (base 100).

nadero, agrícola-ganadero, agrícola, lechero, arrocero, forestal). Los suelos de aptitud arrocera se consideraron por separado debido a que, en Uruguay, el 100% del arroz se realiza bajo riego. En contraposición, el término agrícola refiere a los restantes cultivos agrícolas, tanto de invierno (trigo, cebada, avena para grano) como de verano (maíz, sorgo, soja, girasol), que en Uruguay son básicamente de secano. En este estudio, no se consideraron suelos de uso hortícola ni frutícola<sup>6</sup>.

Los resultados obtenidos a partir de los datos disponibles confirmaron que el índice CONEAT mostró una relación no lineal con el precio de mercado, durante el período 1993-2005 (Gráfica 1). Se trata del efecto neto, es decir, la variación en el precio de mercado debido exclusivamente al CONEAT e independientemente de otros atributos del predio. La curva es siempre creciente, para todo el rango considerado (40-236). No obstante, no es una línea recta. En el primer tramo, las diferencias de precio, al variar el CONEAT, no son muy apreciables. Sin embargo, rápidamente los sucesivos incrementos en el CONEAT llevan a incrementos cada vez mayores en el precio de la tierra. La proporción del incremento, a medida que nos corremos hacia valores más altos de CONEAT, va decreciendo. En los niveles superiores del índice, la relación se va haciendo cada vez más lineal.

Esto tiene consecuencias prácticas sobre el ajuste que con fines comparativos se realiza habitualmente sobre los precios de la tierra, en base al CONEAT. El ejemplo presentado en la Gráfica 2 permite comparar la práctica común de convertir linealmente los valores a base 100, por simple regla de tres, con el ajuste no lineal sugerido por el modelo estimado en este estudio. La conversión lineal del valor de predios con distinto índice a base CONEAT 100, por regla de tres, puede resultar en una distorsión de los mismos.



**Gráfica 1** - Efecto del índice de productividad CONEAT sobre el precio de la tierra

<sup>5</sup> Por más información se puede consultar la página de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (<http://www.cebra.com.uy/renare/>).

<sup>6</sup> Los detalles metodológicos pueden encontrarse en Lanfranco, B. y Sapriza, G. (2010) "Incidencia del CONEAT y otros factores de calidad en el precio de la tierra." Revista Agrociencia. Vol. 14, Núm. 2: 89-102.

Este método tiende a sobrevalorar los precios de predios con índice menor a 100 y a subvalorar los de índice superior a la base. Así, el precio promedio ajustado a base 100 de predios de CONEAT inferiores a 100, puede acabar siendo superior al precio promedio de predios con mayor CONEAT ajustado a esa base 100.

Allí se propone el ajuste de tres predios, cada uno con un valor de CONEAT diferente (85, 100 y 120), a través de los dos métodos, el lineal (por regla de tres) y el no lineal (sugerido por el modelo). Supóngase que los valores de transacción de los tres predios fueron 500, 600 y 700 dólares por hectárea, respectivamente. Para el predio con índice 85, la conversión a base 100 mediante el método lineal arroja un valor de 588 US\$/ha. Sin embargo, ajustando con el método no lineal se obtiene un valor menor: 560 U\$/ha. Por otro lado, el valor base 100 del predio de CONEAT 120 sería de 583 U\$/ha, en tanto que utilizando el método no lineal dicho valor sería de 610 U\$/ha.

En el primer caso, la sobrevaloración del predio con CONEAT 85 al pasar a base 100 mediante ajuste lineal fue de 5%, respecto al no lineal. En el segundo caso, la subvaloración del predio con CONEAT 120, al usar el ajuste lineal y no el otro, fue de 4,4%.

Se observa que, llevados a base 100, un predio de menor productividad (<100) cuyo valor es ajustado linealmente puede representar un precio mayor por hectárea que un predio de mayor productividad (>100).

La localización geográfica del predio también demostró tener incidencia en la formación del precio de la hectárea. Como se visualiza en la Gráfica 3, nueve departamentos exhibieron diferencias positivas en el precio, lo que confirmó la existencia de un sobreprecio recibido con respecto al departamento base (Treinta y Tres), exclusivamente por esa razón.

En orden decreciente, Colonia (U\$S 334,37), Canelones (U\$S 324,17), San José (U\$S 152,44), Maldonado (U\$S 128,34), Florida (U\$S 119,81), Río Negro (U\$S 101,78), Soriano (U\$S 92,06), Rocha (U\$S 89,61) y Tacuarembó (U\$S 65,27) fueron los departamentos que registraron un sobreprecio con respecto al departamento de Treinta y Tres. Los restantes no mostraron diferencias en los precios respecto al departamento tomado como base.

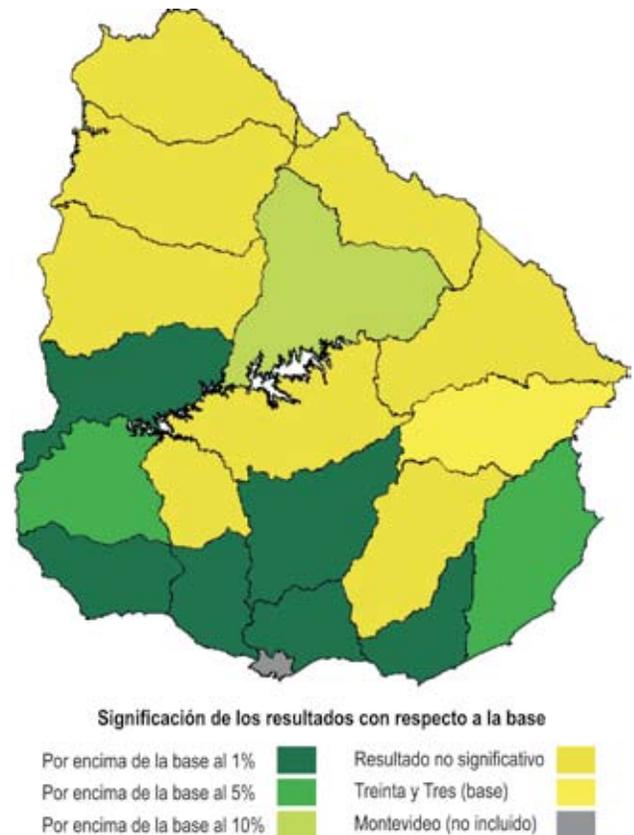
Por otro lado, el tamaño del predio no mostró efecto alguno, por sí mismo, sobre el precio por hectárea de la tierra. Por el contrario, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la tendencia normalmente observada en cuanto a que los predios de menor tamaño se venden a precios superiores se debe a otras características, como la aptitud de uso y la localización, dos

características que a menudo tienen asociación con el tamaño.

En cambio, la aptitud de uso del predio demostró ser una característica relevante en la determinación del precio de venta. Tomando como base de comparación un campo de orientación agrícola ganadera, el único tipo que estuvo por debajo, o sea, que recibió un descuento en el precio en relación a la aptitud base, fue el ganadero puro. Un campo tipificado como exclusivamente ganadero recibió una penalización en el precio recibido por hectárea, estimada en U\$S 88,80 respecto al recibido por uno agrícola-ganadero, es decir, por el solo hecho de tener esa limitante.

Todos los demás tipos de predio recibieron un sobreprecio respecto al predio base, a igualdad de todas las demás condiciones. El mayor sobreprecio fue recibido por los campos de aptitud agrícola (U\$S 124,14). Los campos de aptitud lechera (U\$S 107,54) y forestal (U\$S 106,37) recibieron sobreprecios similares, respecto a los agrícola ganaderos, mientras que los predios de aptitud arrocera (U\$S 93,94) recibieron el nivel de sobreprecio menor<sup>7</sup>.

Los resultados obtenidos sugieren que una tendencia observada habitualmente, en el sentido de que, en pro-



Gráfica 3 - Efecto de la localización sobre el precio de la tierra.

<sup>7</sup> En realidad, nada puede decirse, desde el punto de vista estadístico acerca de la relación existente entre las magnitudes de estos coeficientes; la evidencia estadística indica solamente que todos son significativos respecto al predio base (agrícola-ganadero).



medio, el precio por hectárea de los predios agrícola-ganaderos solo es superado por los puramente agrícolas, esconde otros efectos, como ser la localización o el índice CONEAT, entre otros.

Por último, al considerar el efecto del contexto externo sobre el precio de la hectárea, se observó que, por ejemplo, la depreciación del dólar trae aparejado un aumento del precio de la tierra, medido en dicha moneda. Por otra parte, tanto el precio del gasoil como el precio del kilo en pie de vaca gorda (ambos medidos en dólares) mostraron una asociación positiva con el precio de la tierra.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos advierten que si bien el índice CONEAT muestra una relación positiva con el precio de la hectárea en el mercado de inmuebles rurales, la misma no es lineal. Esto se aprecia más claramente a valores inferiores de CONEAT, donde las variaciones en el precio registrado debido a cambios en el CONEAT son menores que para valores altos del índice.

Para los datos manejados en este estudio, la diferencia en el precio de la hectárea entre un predio con CONEAT 70 y ese mismo predio con CONEAT 80, con la misma aptitud de uso y ubicación geográfica y vendido en la misma época, fue de casi 34 dólares.

En tanto, entre dos predios idénticos en todo excepto en el valor de su índice (uno con 130 y el otro con 140) esa diferencia fue de 50 dólares. Esto significa que el mercado no castiga en el precio a predios de CONEAT bajo, en la forma en que el propio índice sugeriría.

Este efecto del CONEAT sobre el precio, tal como fue estimado, es independiente de otros atributos del predio. Una consecuencia práctica de esto es que el ajuste lineal de los precios de predios a base CONEAT 100 puede resultar en una distorsión de los mismos. La conversión, por simple regla de tres, tiende a sobrevalorar los precios de predios con índice menor a 100 y a subvalorar los de índice superior a la base. Así, el precio promedio ajustado a base 100, de predios de CONEAT inferiores a 100, puede acabar siendo superior al precio promedio ajustado de predios con mayor productividad CONEAT.

La localización del predio y su aptitud de uso fueron otros dos factores que también afectaron el valor de mercado de un predio. Ordenándolos en forma decreciente en base a precio y tomando en cuenta exclusivamente la aptitud de uso, se ubicaron los predios agrícolas, seguidos de los forestales y los lecheros (en un nivel similar), los predios arroceros, los agrícola-ganaderos y, por último, los ganaderos.

A igualdad de otras condiciones, los predios localizados en los departamentos de la zona centro-sur y litoral-sur del país recibieron un sobre precio respecto a la base de comparación (Treinta y Tres). Finalmente, la restante característica descriptiva del predio, el tamaño en hectáreas, no demostró, en sí mismo, tener efectos significativos sobre el precio de la hectárea.

Este estudio presentó algunas limitantes que fueron imposibles de subsanar en esta instancia. En primer lugar, si bien incluyó un buen número de años, la información utilizada llegó solamente hasta el primer cuatrimestre de 2005. Los resultados hubieran podido ser más relevantes de haberse contado con una base más actualizada.

En segundo lugar, el efecto de las variables estudiadas y, particularmente, el del índice de productividad CONEAT, se hubiera podido determinar con mayor precisión de haberse contado con datos más completos, que incluyera otras variables relevantes, en términos del valor de un predio, como ser: distancia a centros poblados, accesos al predio, facilidades e instalaciones, entre otros.

Más allá de las consideraciones anteriores, los resultados presentados en este artículo permiten profundizar el conocimiento del mercado de tierras para uso agropecuario. Añaden información complementaria a la proporcionada por otros estudios recientes.

El mercado inmobiliario rural es un mercado de bienes diferenciados. Cada chacra, potrero o predio posee una serie de atributos que determinan su calidad. Son precisamente esas características o atributos, lo que los compradores aprecian a la hora de definir su disposición a pagar por esos bienes en el mercado. La productividad, expresada a través del índice CONEAT, es precisamente uno de esos atributos.

# VERDEOS DE INVIERNO



Ing. Agr. (MSc) Francisco Formoso

La sequía registrada en el país desde mediados de primavera y verano determinó dificultades para la elaboración de reservas forrajeras, lo que va a originar inconvenientes en el período otoño-invernal que se avecina. A esto se suma el sobrepastoreo de praderas, las que en general presentan muy bajo vigor, planteando situaciones críticas de disponibilidad de forraje.

Debe tenerse presente que las praderas que permanecen vivas, pero que fueron sobrepastoreadas en primavera y verano, por mejor que se manejen en otoño, van a producir en el próximo otoño-invierno, entre un 30 y 50% menos de forraje, a consecuencia de la pérdida de vigor, de raíces, etc.

Ante este panorama de praderas perdidas, praderas con disminución del potencial de producción de forraje otoño-invernal, baja cantidad de reservas forrajeras, los predios más intensivos, lecheros, o de producción de carne, que en general trabajan con cargas animales superiores, son los que se encuentran en situaciones más críticas. En estas condiciones, se debería acelerar la instalación de alternativas rápidas para proveer forraje en otoño-invierno, mediante la siembra de verdeos.

Dentro de éstos existen varias alternativas, resaltándose las más importantes para proveer forraje en otoño más invierno, considerando que si bien invierno es un período crítico de bajo crecimiento por el frío, en otoño es donde en general se producen las mayores crisis forrajeras, porque en esta estación disminuye notoriamente el área efectiva de pastoreo, sea por culminación del ciclo de verdeos de verano, o por preparación de suelos para la siembra de verdeos y praderas.

## PRODUCTIVIDAD

Considerando la necesidad de disponer rápidamente de forraje temprano en otoño, la mejor opción para suelos bien drenados son las avenas byzantinas del tipo Estanzuela 1095 a o RLE 115 (Cuadro 1). Estas son las especies que germinan con menores tenores de humedad del suelo cuando son sembradas en líneas, ejercen un buen nivel de interferencia a la gramilla, maleza que gana espacios en períodos secos y no mueren en condiciones de siembras tempranas de febrero, como sucede con las restantes forrajeras. A su vez, son las que producen mayor cantidad de forraje en otoño y presentan la mayor precocidad, es decir, el primer pastoreo se hace en menor tiempo.

**Cuadro 1** - Producción de forraje (kg MS/ha) en períodos de 45 días dentro de cada estación del año en siembras ubicadas en los primeros 10 días de febrero, marzo y mayo. Información media de 12 experimentos en ML=mínimo laboreo.

Especies	Siembra	O1	O2	I1	I2	P1	P2	TOTAL	%
AVENA (ML)	Febrero	745	2644	1954	1388	1436	660	8836	104
AVENA (ML)	Marzo	-	2451	1842	1225	1761	1212	8491	100
AVENA (ML)	Mayo	-	76	478	878	1968	1413	5143	60
Rg. 284 (ML)	Marzo	-	1308	2199	1722	1662	42	6933	100
Rg. 284 (ML)	Mayo	-	-	911	1351	2097	1263	5622	81
Rg. TITAN (ML)	Marzo	-	1209	1561	1638	1695	1591	7694	100
Rg. TITAN (ML)	Mayo	-	-	434	894	1603	1977	5348	69

ML= mínimo laboreo de suelo. O1= siembra al 15/4, O2= 15/4 a 30/5, I1= 1/6 a 15/7, I2= 15/7 a 30/8, P1=1/9 a 15/10, P2= 15/10 a 30/11. %= rendimientos relativos a la siembra de marzo. Rg=raigrás.

*Avena byzantina* Estanzuela 1095 a, en siembras de febrero y marzo, fue la especie de mayor rendimiento de forraje en otoño, en otoño más invierno y en producción total.

Las siembras tardías, de mayo en adelante, deprimieron en magnitudes importantes los rendimientos invernales, especialmente en los primeros 45 días de invierno. Las siembras de mayo comparativamente con las de marzo disminuyeron la capacidad de producción de forraje en invierno en 56% para avena, 43% para raigrás 284 y 59% en Titán.

De las opciones de verdeos evaluadas, así como avena se destaca en otoño, raigrás 284 fue el material de mayor producción invernal, seguido por Titán con un 19% menos de rendimiento y avena con un 22% menos.

Con raigrás se pueden obtener producciones de forraje a fines de otoño cuando se siembra en marzo. Se desaconsejan para esta gramínea las siembras más tempranas, pues se corre el riesgo que las plantas una vez germinadas mueran por exceso de temperatura. Cuando se registran temperaturas elevadas, superiores a 30° C durante 3 a 5 días, en siembras de fines de enero y febrero, tanto sobre suelo preparado con laboreo convencional (LC) como en siembra directa (SD), en sendos experimentos, se perdieron los verdeos de raigrás, debido al estrés térmico. En situaciones donde este estrés operó con menor intensidad, siembras de inicios de marzo, mientras que en LC no se verificaron muertes de plantas, en SD ambos cultivares de raigrás presentaron marchitamiento de plantas.

Avena, por su parte, en todas las situaciones evaluadas, tanto en LC como en SD cubrió completamente el surco de siembra, indicando alta tolerancia al estrés térmico.

Para siembras tempranas, tanto para el caso de avena como para raigrás, la opción de LC o mínimo laboreo (ML), frente a la de SD, permiten disponer de más agua para refrigerar las plántulas en situaciones de temperaturas elevadas, lo que se traduce en una mayor tolerancia y supervivencia de las mismas.

Estos hechos explicarían la mayor sensibilidad a la desecación en SD comparativamente con la opción de LC o ML. Sin duda además existen diferencias de orden genético que muestran a la avena como un material menos sensible a estos estreses que raigrás.

Con relación a avenas, actualmente se promueve la siembra de avenas negras (*Avena strigosa*), especie que sembrada temprano encaña rápidamente, produciendo más forraje en otoño, pero la producción invernal es muy baja. Considerando que el período crítico de producción de forraje es otoño más invierno, no aparece como una opción interesante frente al uso de avenas byzantinas.

### MÉTODO DE SIEMBRA

Los rendimientos registrados en ML fueron superiores a los de SD. Estos resultados indican que en sistemas intensivos de producción pastoril con animales pesados, la compactación superficial del suelo que se origina, limita los rendimientos de forraje de las gramíneas utilizadas como verdeos (Cuadro 2). Con ML se registraron aumentos productivos que variaron entre 15 y 29%, con respecto a la SD.

**Cuadro 2** - Relación entre los rendimientos de forraje obtenidos con suelo preparado con mínimo laboreo (ML) o en directa (SD) en otoño e invierno en situaciones de fuerte compactación superficial del suelo.

	Otoño	Invierno	Siembras entre el 1 y 9 de marzo
ML/SD	1.23	1.15	Avena Estanzuela 1095 a
ML/SD	1.26	1.19	Raigrás Estanzuela 284
ML/SD	1.29	1.24	Raigrás INIA Titán
ML/SD	1.17	1.26	Avena + Titán

**Cuadro 3** - Rendimientos relativos de forraje en el período de siembra al 30 de agosto de tres verdeos de invierno sembrados al voleo, tomando como base 100 los rendimientos de forraje obtenidos en la siembra en líneas.

Casos	AVENA	RAIGRÁS 284	RAIGRÁS Titán
1	45	56	39
2	52	41	37
3 (RC)	31	63	61
4	38	56	37
5 (RC)	53	51	46
Medias	44 (-56%)	53 (-47%)	44 (-56%)

RC= rastra de cadenas. Números en rojo=disminución promedio del rendimiento de forraje de la siembra al voleo, con relación a la siembra en líneas.

Además, en suelos compactados en su parte superficial, el hecho de sembrar en directa atrasa la precocidad, comparativamente con el laboreo convencional de suelo (LC) o el mínimo laboreo (ML). Éste consistió, según las situaciones, en una o dos pasadas de disquera provista de todos los discos escotados, laboreando los 5 a 8 cm superficiales del suelo. En las situaciones que se requirió doble pasada, estas se realizaron con un ángulo de 45 grados entre ellas. El objetivo del mínimo laboreo consiste en descompactar la zona superficial del perfil de suelo y lograr preparar una buena cama de siembra. Otro de los detalles a considerar consiste en que para obtener mayores producciones de forraje y precocidad en la entrega del mismo las siembras deben ser realizadas en líneas, evitando las siembras al voleo (Cuadro 3).

En condiciones comerciales de producción es muy frecuente, principalmente en las zonas extensivas, la realización de siembras al voleo, con el objetivo de reducir costos de siembra. Si bien las siembras al voleo (sembradora pendular, de platos, siembra aérea) disminuyen el costo de siembra, cuando estos se refieren a la cantidad de forraje producido, frecuentemente ocurre que las siembras al voleo presentan costos muy superiores de la unidad de materia seca.



En el Cuadro 3 se resumen los resultados obtenidos en cinco experimentos, donde se comparó la siembra en líneas con siembras al voleo. Dentro de cada situación las especies se sembraban el mismo día, en líneas cuyos rendimientos se tomaron como base 100% y al voleo utilizando la misma sembradora de líneas, con los trenes de siembra levantados y desconectando los tubos de descarga de la semilla de tal forma que se sembrara al voleo. En dos situaciones se colocaron rastras de cadena detrás de la sembradora, con el objetivo de mejorar el contacto semilla-suelo y mover algo el suelo.

La información fue consistente, siempre las siembras al voleo con rastra o sin ella, para los tres verdeos produjeron significativamente menos ( $P < 0.01$ ) que la siembra en líneas. Los rendimientos acumulados de otoño hasta fines de invierno (30/8), fueron en promedio: un 56% menores en avena; un 47% menos en raigrás 284 y 56% menos en raigrás Titán. Esta información debería ser tenida muy en cuenta, pues define el resultado económico del verdeo.

### MANEJO DEL PASTOREO

En general, si los verdeos de invierno se sobrepastorean disminuyen algo su capacidad productiva, pero estas disminuciones son muy inferiores a las que se producen en el manejo de las praderas.

Por tanto, si existe necesidad de sobrepastorear en otoño o invierno, el mismo se debería hacer sobre los verdeos invernales y no sobre las praderas (Cuadro 4).

**Cuadro 4** - Respuesta a la frecuencia de cortes aplicada en otoño e invierno en tres verdeos de invierno sembrados en directa entre el 1 y 7 de marzo. Respuestas promedio de tres años.

Especies	FD	Producción (kg MS/ha)		Nº cortes	
		O	I	O	I
Avena 1095 a	F	3150	2210	5	6
	A	3310	2510	3	3
	Dif (%)	5	12		
Raigrás E 284	F	2020	2690	5	7
	A	2290	3130	3	4
	Dif (%)	13	14		
Raigrás Titán	F	1930	2670	5	7
	A	2210	2945	3	4
	Dif (%)	13	10		

O = otoño (marzo+abril+mayo),  
 I = invierno (junio+julio+agosto).  
 FD = frecuencia de defoliación,  
 A = aliviado,  
 F = frecuente

**Cuadro 5** - Respuesta a la aplicación de nitrógeno (en %) en situación de laboreo convencional del suelo (LC) y siembra directa (SD) en otoño (O) e invierno (I) para avena, raigrás 284 y raigrás Titán.

	AVENA		RAIGRÁS 284		RAIGRÁS Titán	
	Otoño	Invierno	Otoño	Invierno	Otoño	Invierno
LC	26	68	14	95	14	88
SD	17	53	2	62	43	67

Dentro de cada especie, entre manejos, tanto en otoño como en invierno los rendimientos de forraje fueron similares, sin embargo las medias estacionales de avena en otoño fueron superiores a ambos materiales de raigrás, y en invierno la situación se invierte ya que los dos cultivos de raigrás superan en rendimiento a la avena.

Considerando la información reportada en el Cuadro 4, las características principales a resaltar son:

- a) la capacidad de producción otoñal y la precocidad en la entrega de forraje al primer pastoreo es superior en avena que en raigrás, por tanto, si se quiere priorizar producción de otoño y precocidad al primer pastoreo, la especie a considerar debe ser avena;
- b) la capacidad de producción otoñal entre los dos materiales de raigrás, ciclo corto y largo fueron similares;
- c) en producción invernal, raigrás superó a la avena, por lo que para incrementar producción invernal, debe priorizarse el uso de raigrás sobre avena,
- d) en promedio, la producción invernal entre ambos materiales de raigrás fue similar;
- e) la respuesta productiva promedio de los tres verdes estudiados frente a manejos de pastoreo frecuentes, que comprendieron entre cinco y siete cortes por estación, comparativamente con manejos de pastoreo aliviados, entre tres y cuatro cortes por estación, fue similar en los tres materiales, con diferencias en la producción de forraje a favor del manejo aliviado en torno de 5 a 14%;
- f) esto significa que, en promedio, verdes bien establecidos y fertilizados, deprimen poco su capacidad productiva cuando se pastorean cada 15 a 20 días con respecto a una vez por mes.

### FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Otro de los aspectos básicos para potenciar la producción de forraje de verdes es la fertilización nitrogenada.

En el Cuadro 5 se aprecia el incremento de la productividad, en porcentaje, de los tres verdes, considerando los dos sistemas de siembra, al aplicar 100 kg de urea/ha (46 kgN/ha). Por ejemplo, en el caso de avena, en laboreo convencional, fertilizada en otoño con 100 kg de urea/ha se obtiene un 26% más de forraje. En el caso del raigrás claramente se aprecia la importante respuesta al fertilizar en invierno, donde en el caso del laboreo convencional, prácticamente se duplica la productividad estacional al aplicar 100 kg de urea/ha. Esta productividad adicional de forraje en respuesta al N durante el período invernal debería considerarse especialmente en los distintos sistemas de producción.

Al analizar las respuestas productivas, medidas en kgs. de MS producida por cada kg de N aplicado, se aprecia en el Cuadro 6 la información promedio surgida en trabajos realizados al comparar los dos métodos de siembra (convencional y siembra directa) en las tres estaciones de crecimiento.

### CONSIDERACIONES FINALES

Durante el periodo inmediato a las siembras, la precocidad (producción de forraje al primer pastoreo) y los rendimientos de forraje a los 90 días de la siembra, son mayores en situaciones de LC sobre la SD. Estas ventajas normalmente aumentan cuando luego de la implantación se registran situaciones de limitación de agua disponible para las plantas, o bien en suelos compactados superficialmente.

A medida que transcurre el tiempo, ya en invierno y primavera, las tendencias indican que si no existe ninguna anomalía ambiental, los rendimientos de forraje en la opción de SD y LC tienden a igualarse.

Las siembras al voleo con rastra o sin ella, para avena, raigrás 284 y Titán produjeron significativamente menos

**Cuadro 6** - Respuesta a la aplicación de nitrógeno (kg MS/kg N) en situación de laboreo convencional y siembra directa en otoño, invierno y primavera para avena y raigrás 284.

	Laboreo convencional		Siembra directa	
	AVENA	RAIGRÁS	AVENA	RAIGRÁS
Otoño	13,7	4,9	8,0	8,8
Invierno	26,9	26,8	12,3	12,1
Primavera	30,3	3,4	18,2	6,2



que la siembra en líneas. Estos rendimientos acumulados de otoño hasta fines de invierno (30/8) pueden disminuir entre 45 y 55%. Por tanto, la única ventaja de la siembra al voleo es su costo inicial menor, pero los rendimientos de forraje y la precocidad en su entrega resultan sustancialmente menores.

Avena es la especie con mayor potencial de producción de forraje en otoño y la que presenta mayor tolerancia al estrés originado por altas temperaturas, por lo que resulta el material más seguro a utilizar, y de menor riesgo para siembras tempranas.

Raigrás presenta una baja tolerancia a altas temperaturas, marchitándose frecuentemente las plántulas en situaciones de siembra temprana. En condiciones de siembra directa estos riegos de marchitamiento son aun mayores.

De las opciones de verdeos evaluadas, así como avena se destaca en otoño, raigrás 284 fue el material de mayor producción invernal. En invierno el raigrás Titán produce un 19% menos que el 284 y la avena un 22% menos.

Las depresiones medias de producción en otoño e invierno originadas por el manejo frecuente frente al aliviado en avena y/o raigrás, permite sugerir que en general con esquemas de utilización cada 30 días en estas gramíneas sembradas temprano, con buena población, se obtiene muy buenos resultados. De ahí que lo recomendable sea realizar un pastoreo por mes, lo que implica un buen número de utilizaciones.

En lo referente a fertilización nitrogenada, la conversión de nitrógeno en forraje es superior en condiciones de LC comparativamente con SD.

Dentro de cada estación, aumentos en la dosis de fertilización nitrogenada disminuyen la conversión de N en forraje, especialmente en la mayor dosis de N apli-

cado. Los efectos residuales del N aplicado en otoño se registraron solamente durante los primeros 45 días de invierno, con valores superiores en LC comparativamente con SD.

En el caso de raigrás las conversiones de nitrógeno en forraje son muy bajas en otoño temprano, aumentando hacia fines de otoño, mientras que en invierno se encuentran las mayores respuestas.

Se sugiere a nivel de sistemas de producción intensivos priorizar la opción de incluir áreas adecuadas de verdeos de *Avena byzantina*, en siembras tempranas, con el objetivo de disponer desde el otoño temprano de cantidades importantes de forraje, que permitan evitar el sobrepastoreo de praderas en un momento del año en el que normalmente disminuye el área de pastoreo del predio.

La opción de utilizar raigrás presenta como atributos destacables su menor costo de establecimiento, su buen nivel de producción invernal, menores riesgos de daños por pulgones, el hecho de obtener pasturas con buen piso en períodos húmedos y altas respuestas al nitrógeno durante el período invernal. Los materiales de raigrás de ciclo largo son una alternativa cuando se define priorizar aún más las buenas disponibilidades de forraje de primavera.

Los comentarios precedentes simplemente sugieren utilizar los verdeos usando sus mejores atributos, priorización del uso de avena y nitrógeno para potenciar especialmente la disponibilidad dentro del sistema en otoño y materiales de raigrás para invierno o primavera si se seleccionan ciclos largos. El tema radica en armonizar técnicamente en forma correcta las áreas de avena y raigrás, acordes con la carga animal del predio y los objetivos productivos definidos, priorizando evitar sobrepastoreos de praderas permanentes de mayor duración, que son el componente principal de la rotación en el establecimiento.



# LOS NUEVOS CULTIVARES DE TRIGO DE CICLO LARGO: GÉNESIS 2346, GÉNESIS 2358 Y GÉNESIS 2359



Programa Nacional de Cultivos de Secano  
Ing. Agr. (PhD) Martín Quincke  
Ing. Agr. (MSc) Martha Díaz  
Ing. Agr. (PhD) Silvia Germán  
Q. F. (PhD) Daniel Vázquez

El mejoramiento genético es una actividad de largo plazo, y donde los resultados normalmente no son inmediatos. Desde que se planifica un cruzamiento hasta que se libera un cultivar seleccionado del mismo pueden transcurrir desde 10 a 14 años en promedio. A mediados de los '90 el INIA a través de su Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT), fijó como una de sus prioridades la búsqueda de cultivares de ciclo largo. Aún hoy el programa está cosechando cultivares seleccionados con este objetivo, con excelente adaptación a siembras tempranas, con rendimiento y sanidad superior al de las variedades comerciales, producto del esfuerzo comenzado más de una década atrás. Por lo tanto es importante destacar que los tres cultivares que se están presentando hoy, son el fruto de los trabajos en mejoramiento y selección de quién estuvo al frente del Programa de mejoramiento de trigo por más de 30 años, el Ing. Rubén Verges.

Este artículo tiene como objetivo brindar mayor información sobre el comportamiento de los tres cultivares de trigo de ciclo largo liberados recientemente por INIA: Génesis 2346, Génesis 2358 y Génesis 2359. La información experimental proviene de ensayos de la Red Nacional de Evaluación de Trigo (INASE-INIA) de las localidades de La Estanzuela, Young y Dolores en el período 2007-2010 y de ensayos del Programa de Mejoramiento Genético de Trigo instalados en La Estanzuela, Young, Dolores y Mercedes (Ruta 2) durante el mismo período.

Génesis 2346 se lanzó comercialmente en el año 2010, habiéndose presentado durante la Jornada de Cultivos de Invierno de abril del año pasado. Génesis 2358 y Génesis 2359 se lanzan comercialmente para esta zafra; estos dos últimos tienen menor disponibilidad de semilla, ya que se encuentran aún en fase de multiplicación.

**Cuadro 1** - Principales características agronómicas en siembras de mayo en La Estanzuela.

Cultivar	Porte <sup>1</sup>	Ciclo (días) <sup>2</sup>			Altura (cm) <sup>3</sup>			Vuelco <sup>4</sup>	Desgrane <sup>4</sup>	Mad. Fis. <sup>5</sup>
		Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media			
<b>Génesis 2346</b>	SR-SE	121	146	136	83	102	95	MR	R	23-nov
<b>Génesis 2358</b>	SE-SR	120	150	138	85	108	98	R	R	21-nov
<b>Génesis 2359</b>	SR-SE	120	145	136	85	104	95	R-MR	R	23-nov
INIA Tijereta	SE	124	145	137	85	101	96	R-MR	R	22-nov

<sup>1</sup>Porte: SR: semirrastrero; SE: semierecto. <sup>2</sup>Días desde emergencia a 50% de espigazón. <sup>3</sup>Altura desde el suelo a la espiguilla terminal. <sup>4</sup>Vuelco y desgrane: R: resistente; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente susceptible; S: susceptible. <sup>5</sup>Madurez fisiológica: Fecha en que se alcanza dicho estado. **Fuente:** Mejoramiento Genético de Trigo. INIA.

Se anticipa para este año un área importante de semilleros para contar con buen volumen de semilla para la zafra 2012. El desarrollo y la comercialización de estos cultivares está a cargo del GRUPO TRIGO, de reciente creación (ver nota aparte).

Génesis 2346 y Génesis 2358 son productos del convenio INIA-CIMMYT. Ambos combinan genética introducida (USA y CIMMYT), con genética adaptada local, respondiendo a uno de los objetivos básicos del mencionado convenio de ampliar la base y diversidad genética de nuestros trigos. Génesis 2359 es un producto del PMGT y se originó de un cruzamiento realizado entre INIA Tijereta y la línea experimental LE 2266.

Esta última proviene del programa de cruza amplias del CIMMYT, destacada por su excelente sanidad foliar. En los tres casos, todo el proceso de selección fue efectuado en La Estanzuela y la evaluación agronómica posterior, como se mencionara, se realizó mediante ensayos instalados en La Estanzuela, Young y Dolores.

### CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

En el Cuadro 1 se resumen las principales características agronómicas de los tres cultivares nuevos en comparación con INIA Tijereta como testigo de referencia. Tienen un ciclo a espigazón muy similar entre sí y al testigo, presentando variaciones entre años. Los datos de mínima se corresponden a los obtenidos durante el

año 2008 (seca), y los de máxima provienen de un ensayo sembrado a principios de mayo en el año 2010. Los tres tienen buen comportamiento frente a vuelco, a pesar de ser más altos que INIA Tijereta, y son resistentes a desgrane.

### COMPORTAMIENTO SANITARIO

En el Cuadro 2 se presenta la caracterización de Génesis 2346, Génesis 2358 y Génesis 2359 frente a las principales enfermedades, incluyendo el comportamiento sanitario de INIA Tijereta.

Los tres cultivares tienen una muy buena sanidad general, notoriamente superior al comportamiento del testigo y a varios cultivares comerciales de ciclo largo. En particular se destaca la sanidad de Génesis 2359, con excelente resistencia frente a roya de la hoja y manchas foliares. Estos materiales representan un significativo avance en cuanto a su comportamiento frente a las principales enfermedades foliares en general. Incluso el mejor nivel de resistencia a fusariosis de la espiga de Génesis 2358 y Génesis 2359 representa un progreso interesante.

La información experimental disponible indica que mientras se mantengan estos niveles de resistencia en Génesis 2346 y Génesis 2359 no será necesaria la aplicación de fungicidas para el control de roya de la hoja en estas variedades.

**Cuadro 2.** Caracterización del comportamiento sanitario a las enfermedades más importantes.

CULTIVAR	ENFERMEDAD					
	RH <sup>1</sup>	MH <sup>2</sup>	MA <sup>3</sup>	FE <sup>4</sup>	Oídio <sup>5</sup>	RT <sup>6</sup>
Génesis 2346	B	B-I	I-A	I-A	B-I	B
Génesis 2358	B-I	I	A	B-I	I	I-A
Génesis 2359	MB	B	I-B	I	B	B-I
INIA Tijereta	I-A	I-A	I	I-A	B-I	B

<sup>1</sup>Roya de la hoja, causada por *Puccinia triticina*. <sup>2</sup>Mancha de la hoja, causada por *Septoria tritici*. <sup>3</sup>Mancha amarilla, causada por *Drechslera tritici repens*. <sup>4</sup>Fusariosis de espiga, causada por *Fusarium graminearum*. <sup>5</sup>Oídio, causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*.

<sup>6</sup>Roya del tallo, causado por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. **Grado de susceptibilidad:** B (bajo); I (intermedio); A (alto). **Fuente:** Mejoramiento Genético de Trigo. INIA. Resultados Experimentales de Evaluación de Trigo Ciclo Largo para el Registro Nacional de Cultivares, INASE-INIA.

**Cuadro 3** - Rendimiento de grano (kg/ha) promedio de tres ensayos por año durante el período 2007-2010.

Cultivar	2007	2008	2009	2010	MEDIA	% I. TIJERETA
Génesis 2346	6342	4391	6481	6501	5929	116
Génesis 2358	6286	4855	5650	6218	5752	113
Génesis 2359	6880	4602	7350	6363	6299	124
INIA TIJERETA	5362	4121	5184	5713	5095	100
MEDIA	5635	4160	5630	5657	5270	
N° ENSAYOS	3	3	3	3	12	

**Fuente:** Adaptado de Resultados Experimentales de Evaluación de Trigo Ciclo Largo para el Registro Nacional de Cultivares. INASE-INIA.

## RENDIMIENTO DE GRANO

En el Cuadro 3 se presenta el rendimiento de grano (kg/ha) en ensayos conducidos por el convenio INASE-INIA durante el período 2007-2010 en La Estanzuela, Young y Dolores. En términos promedio, únicamente el año 2008 tuvo rendimientos por debajo de los 5000 kg/ha, como consecuencia de la seca.

Para los otros años se puede observar que el rendimiento promedio de cada una de las tres variedades nuevas estuvo por encima de los 6000 kg/ha, con la excepción de Génesis 2358 en el año 2009. Estos resultados demuestran que los tres cultivares tienen un potencial de rendimiento de grano muy alto y estable, y que rindieron en promedio desde un 13 hasta un 24% más que INIA Tijereta.

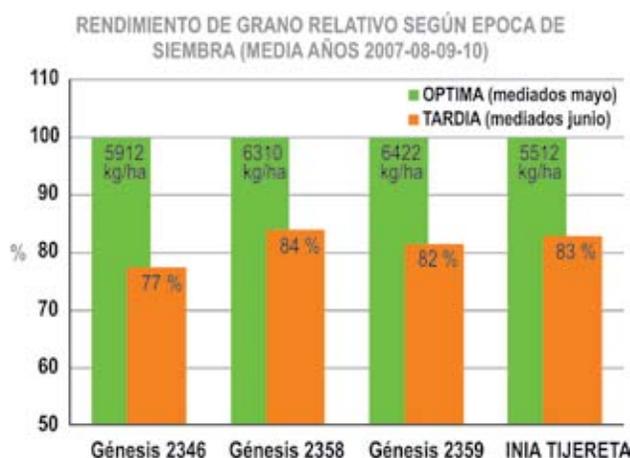
Es importante destacar el impacto de la fecha de siembra en el potencial de rendimiento. En la Figura 1 se muestra el porcentaje de rendimiento de grano logrado (en promedio para el período 2007-2010) para cada una de las variedades en siembras durante el período tardío (junio), en relación al rendimiento de grano logrado en fechas de siembra óptimas (mayo), en La Estanzuela. Génesis 2346 es el cultivar que más se ve afectado (23%) por un retraso en la época de siembra, mientras que Génesis 2358 y Génesis 2359 presentan reducciones relativas similares a INIA Tijereta.

En valores absolutos estas disminuciones en rendimiento de grano llegan a más de 1300 kg/ha para Génesis 2346, y aproximadamente 1000 y 1200 kg/ha para Génesis 2358 y Génesis 2359 respectivamente. La disminución en Tijereta es de 950 kg/ha. Aún en siembras en época tardía las variedades lanzadas este año superan

al testigo por aproximadamente 700 kg/ha, mientras que el rendimiento de grano de Génesis 2346 es similar al de Tijereta en esta época de siembra.

## CALIDAD DE GRANO: FÍSICA E INDUSTRIAL

En el Cuadro 4 se presenta la caracterización de calidad de los tres cultivares nuevos en relación al testigo. Todos presentan buena calidad física e industrial. Génesis 2346 se destaca por sobre las demás por presentar gluten extensible, propiedad de importancia para la industria. Génesis 2359, tiene una buena calidad panadera y no presenta la característica de gluten tenaz presente en uno de sus padres (INIA Tijereta).



**Figura 1** - Rendimiento de grano relativo según época de siembra, en La Estanzuela (Media años 2007-08-09-10).

**Fuente:** Mejoramiento Genético de Trigo. INIA.

**Cuadro 4** - Calidad física e industrial.

Cultivar	CALIDAD FÍSICA		CALIDAD INDUSTRIAL
	PESO HECTOLITRICO	MOLINERA	PANADERA
Génesis 2346	BUENO	BUENA	Buena, con gluten extensible
Génesis 2358	BUENO	BUENA	Buena
Génesis 2359	BUENO	BUENA	Buena
INIA Tijereta	BUENO	BUENA	Buena, con gluten fuerte aunque tenaz

### ÉPOCA DE SIEMBRA Y POBLACIÓN OBJETIVO

El Cuadro 5 contiene esquemáticamente las recomendaciones de época de siembra y de época de cosecha esperable de acuerdo al período óptimo de siembra. Una característica destacada y compartida por estos tres cultivares es la excelente adaptación a siembras bien tempranas (fines de abril y principios de mayo) para sistemas de producción exclusivamente agrícolas.

El período óptimo de siembra se extiende hasta principios de junio, comprometiéndose su potencial rendimiento si se retrasa aun más la fecha de siembra (Figura 1). Para la zona agrícola del noreste y este, es aconsejable comenzar la siembra de estos materiales a fines de abril, sin perjuicio de explorar altos potenciales de rendimiento. Las siembras tempranas permiten además cosechar anticipadamente, dejando la chacra libre para un cultivo de segunda.



### CONSIDERACIONES FINALES

- Génesis 2346, Génesis 2358 y Génesis 2359 son cultivares que expresan altos a muy altos potenciales de rendimiento, especialmente en siembras tempranas, y con buen grado de estabilidad.
- Los tres materiales significan un verdadero aporte en aspectos sanitarios, al tener un comportamiento claramente superior frente a las principales enfermedades en relación al testigo comercial INIA Tijereta.
- Esta sanidad permite obtener altos rendimientos y buena calidad de grano, sin necesidad de aplicar fungicidas.
- Tienen buen peso hectolítrico y buena calidad panadera.



**Cuadro 5** - Período de siembra óptima y tardía, y época de cosecha.

CULTIVAR	Mes Década	SIEMBRA									COSECHA		
		ABRIL			MAYO			JUNIO			DICIEMBRE		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Génesis 2346													
Génesis 2358													
Génesis 2359													
INIA Tijereta													

 Inicio período óptimo para el NE

 Período óptimo

 Período tardío

Fuente: Mejoramiento Genético de Trigo. INIA.

## GRUPO TRIGO

### ¿QUÉ ES EL GRUPO TRIGO?

Grupo Trigo es una alianza estratégica entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y el Consorcio Nacional de Semilleristas de Trigo (CNST), que se formaliza por contrato el 2 de diciembre del 2008.

La alianza Grupo Trigo integra las capacidades en mejoramiento genético de trigo del INIA con las del sector multiplicador y comercializador de semillas más importante del país, representado por el CNST, conformado por 7 grandes cooperativas semilleristas nacionales.

Es un espacio abierto al diálogo con los productores, técnicos asesores, agentes multiplicadores, comerciantes de semilla y la industria molinera nacional, buscando que la decisión de lanzamiento de un nuevo cultivar responda a las necesidades de la demanda y las diferentes oportunidades de los mercados.

A su vez, Grupo Trigo promoverá el desarrollo de la genética nacional de trigo en el país y en el exterior, realizando ambiciosos planes de producción y comercialización de semilla de los nuevos cultivares.

### ¿CÓMO NACE EL GRUPO TRIGO?

Por una parte, el reconocimiento de INIA que al sistema de licenciamiento de cultivares terminados, con llamados públicos abiertos, es necesario dotarlo de mejoras y hacerlo más efectivo para que los nuevos cultivares lleguen más rápidamente a los productores, incorporando mejoras y agregado de valor en la cadena triguera, para crecer en competitividad y sustentabilidad frente a otras alternativas agrícolas.

Por otra parte, las empresas Cooperativas han venido desarrollando desde hace varios años la multiplicación y venta de semilla de cultivares de trigo de INIA en diferentes modalidades y acuerdos, tanto de carácter individual como colectivo, presentándose a los llamados abiertos de INIA para el licenciamiento, ofreciendo fortalezas en logística de producción, cosecha, capacidad de acopio y distribución para la venta de semilla.

De los intercambios entre el INIA y las Cooperativas nace Grupo Trigo. Se comparte la visión de profundizar los mecanismos de relacionamiento de largo plazo y de mayores compromisos, para llevar adelante el proceso de evaluación - demostración - promoción - producción - comercialización de los cultivares de trigo desarrollados por INIA.

Es en este contexto que se gestó el Grupo Trigo para incursionar en etapas tempranas del proceso de mejoramiento, abriendo la posibilidad de liberación al mer-

cado de cultivares con aptitudes diferentes, buscando generar ventajas competitivas para trascender en el mercado local y para que la genética nacional sea reconocida en el exterior.

### SUS INTEGRANTES

El Grupo Trigo está conformado por INIA y por el CNST.

INIA tiene como finalidad principal el formular y ejecutar los programas de investigación agropecuaria y mejoramiento genético tendientes a generar y adaptar tecnologías, articulando una efectiva transferencia con las organizaciones de asistencia técnica y extensión que funcionan en el ámbito público o privado.

Por su parte, el CNST fue creado el 14 de abril de 2008 y está integrado por Cadol, Calmer, Calprose, Calsal, Copagran, Unión Rural de Flores y Sociedad de Fomento Rural de Tarariras. La conformación del CNST tiene como objetivo participar activamente en la multiplicación, distribución y comercialización de cultivares de trigo generados por el INIA.

### SUS OBJETIVOS

El objetivo de Grupo Trigo es integrar al sector multiplicador y comercializador de semillas en las etapas finales de selección y durante la evaluación de los materiales promisorios del Programa de Mejoramiento de Trigo de INIA, participando en la decisión de lanzamiento de cultivares que respondan a las demandas de la producción, la industria y diferentes posibilidades de mercados.

Para tomar decisiones en esta dirección, se desarrollarán espacios de análisis e intercambio con diferentes actores relevantes de la cadena agroindustrial del trigo, con la finalidad de que aporten información y participen del proceso de desarrollo de la genética nacional de trigo.

Otro cometido de destaque se vincula con promover el desarrollo comercial de los cultivares liberados, buscando alcanzar una adecuada posición en la comercialización de semilla.

En la consecución de los objetivos planteados el Grupo Trigo ejecutará un plan de multiplicación temprana de semillas básicas y certificadas y un plan de marketing y desarrollo comercial de los nuevos cultivares en los mercados de interés.

Esperamos integrar en torno a Grupo Trigo a todos los actores de la cadena triguera para posicionar la genética nacional en un sitio de preferencia nacional y referencia internacional.

# ADAPTACIÓN DE TRIGO Y CEBADA A LA REGIÓN AGRÍCOLA DEL NORESTE



Ing. Agr. Deborah Gaso  
 Ing. Agr.(PhD) Andrés Berger  
 Ing. Agr.(MSc) Sergio Ceretta  
 Programa Nacional de Cultivos de Secano

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años la agricultura experimentó un proceso de intensificación y expansión, desplazándose desde las zonas tradicionales del litoral oeste hacia el centro, noreste y este del país. Las diferencias climáticas y edáficas de estas nuevas zonas agrícolas respecto al área tradicional, se identificaron como un aspecto relevante que condicionaría el buen desarrollo de los cultivos de invierno. Por este motivo, se consideró relevante verificar la necesidad de ajustar las medidas de manejo.

Un estudio realizado por INIA para el período 1980-2009 indica que las principales diferencias climáticas de la zona noreste respecto al litoral sur son: mayores temperaturas medias y máximas en el periodo de abril a noviembre (diferencias de 1 - 2° C), mayor precipitación acumulada en el período comprendido de junio a di-

ciembre y mayor probabilidad de ocurrencia de heladas tardías.

En la mayoría de los suelos con aptitud agrícola de la zona noreste, el drenaje interno es de moderado a imperfecto y la permeabilidad es predominantemente lenta. Por otro lado, en reuniones con técnicos de trayectoria en la zona, se menciona de forma recurrente que en los suelos del noreste ocurren períodos prolongados con excesos hídricos que comprometen el buen desempeño de los cultivos de invierno.

En general, en el Uruguay el régimen pluviométrico y la estacionalidad de la demanda atmosférica, determinan un balance de agua en el suelo con excesos durante los meses invernales. En los suelos del noreste era esperable que se acentuaran dichos excedentes, ya que adicionalmente a los problemas de permeabilidad y drenaje

interno de los suelos, los promedios de precipitaciones invernales son levemente mayores a los del litoral.

Considerando las características climáticas y de suelos del noreste, se sostenía la hipótesis de que tanto para trigo como para cebada, los genotipos más precoces lograrían mayores rendimientos debido a que el llenado de grano se ubicaría con temperaturas más templadas. Por otro lado, en cebada era esperable que aquellos genotipos con mejor adaptación al llenado de grano con altas temperaturas (materiales de origen norteamericano), de menor número de granos y menor reducción del tamaño de los mismos en situaciones de estrés, serían los que se adaptarían mejor a la zona noreste.

Como forma de dar respuesta a esas interrogantes, en forma conjunta con las empresas que realizan agricultura en la zona, las empresas semilleras y las malterías, se desarrolló una red de ensayos parcelarios. El objetivo de esta red consistió en identificar tipos de trigo y cebada mejor adaptados a la región noreste, con el propósito de optimizar las medidas de manejo, incrementar y estabilizar la productividad, e identificar la pertinencia del mejoramiento genético para generar materiales con adaptación específica a esta región.

La red de ensayos se ejecutó durante los años 2008, 2009 y 2010, en diferentes suelos del noreste: Vichadero (V), Rincón de Pereira (RP) y Melo (M) y un sitio de referencia en el litoral – sur. Éste último fue Dolores (D) en el 2008, y La Estanzuela (LE) en el 2009 y 2010. En cada ambiente (localidad por año) se sembraron diferentes genotipos de trigo y cebada (CB), en dos épocas de siembra. En la especie trigo, fueron agrupados por ciclo: TGCL (Trigo de Ciclo Largo) y TGCI (Trigo de Ciclo Intermedio).

## ANEGAMIENTO

Las plantas experimentan estrés por anegamiento, cuando transcurre un período prolongado de tiempo en

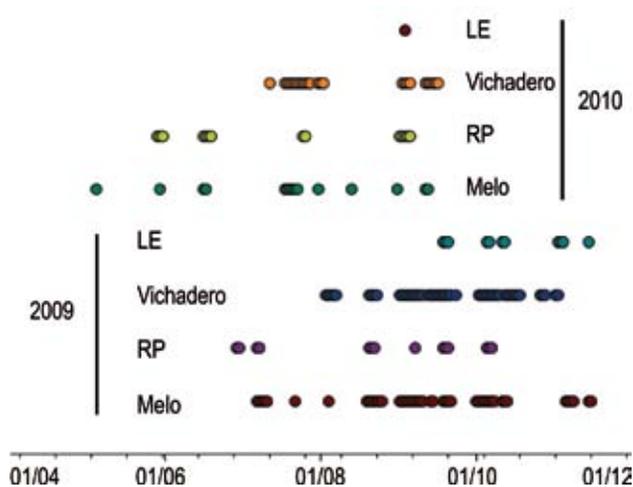


Figura 1 - Días con anegamiento en cada localidad y año.

el que el transporte de oxígeno dentro del suelo está restringido a causa de que la mayoría de los poros del suelo (y especialmente los macroporos) están llenos de agua. En estas condiciones tres factores causan estrés a las plantas: 1) La falta de oxígeno a nivel de las raíces, que promueve cambios en las rutas metabólicas hacia metabolismos fermentativos; 2) El cambio en el potencial redox del suelo, que cambia la química y la capacidad de absorción de nutrientes en las raíces; 3) El cambio en la química del suelo, causada por los cambios del potencial redox, que promueve variaciones en la disponibilidad de algunos micro elementos, a veces provocando condiciones de toxicidad o deficiencia.

El largo del periodo de tiempo bajo saturación necesario para provocar condiciones de anegamiento depende del tipo de suelo, y principalmente de su contenido de materia orgánica y del contenido de minerales que atenúen la caída del potencial redox (ej. nitratos, sulfatos, hierro, etc.). En términos generales se requieren al menos 3-4 días para desencadenar esta serie de eventos.

En cada uno de los sitios experimentales se instalaron sensores de humedad de suelo para registrar el contenido de agua en el suelo en forma continua a 8, 18, y 32 cm de profundidad. Esto permitió cuantificar el balance de agua en el suelo en este punto e identificar la recarga por precipitación, el drenaje y la extracción de agua por las plantas. También permitió identificar los momentos en que posiblemente se presentaron condiciones de anegamiento (asumiendo al menos un 5% del espacio poroso ocupado por aire para evitar condiciones de anegamiento). Los resultados corresponden a una ubicación dentro de la chacra, que si bien fue muy bien seleccionada y monitoreada, no es representativa de la variabilidad que existe dentro de la chacra, y los resultados solo pueden ser considerados como indicativos de las tendencias esperables.



<b>AÑO 3</b>	TGCL1= 8/4 (ABR) TGCL2 + TGCI1+ CB1 = 27/4 (MAY) TGCI2 + CB2 = 8/6 (JUN)
<b>AÑO 2</b>	TGCL1 = 29/4 (MAY) TGCL2 + TGCI2 + CB2 = 27/5 (JUN) TGCI2 + CB2 = 15/7(JUL)
<b>AÑO 1</b>	TG1 + CB1 = 4/6 (JUN) TG2 + CB2 = 16/7(JUL)

**Figura 2** - Fecha de siembra de los 3 años de la red. TGCL = Trigo Ciclo Largo; TGCI = Trigo Ciclo Intermedio; CB = Cebada, TG = Trigo; 1 y 2 corresponden a las épocas 1 y 2 para cada grupo de especie.

Los principales resultados fueron los siguientes:

- Las condiciones de anegamiento no fueron tan evidentes en 2010 como lo fueron en 2009, debido a que en 2010 ocurrieron menores precipitaciones.
- Mientras que el suelo estuvo posiblemente en condiciones de anegamiento a 32 cm durante gran parte del tiempo en La Estanzuela y Rincón de Pereira, los periodos en que se observa saturación en todas las profundidades simultáneamente fueron en general pocos y cortos. En Melo y Vichadero ocurrieron periodos más largos y más frecuentes durante julio-setiembre en que el suelo se observó saturado en todas las profundidades simultáneamente, aún cuando intermitentemente inclusive las capas más profundas del suelo dejaban de estar saturadas.
- Los sitios podrían ordenarse según la posible presencia de condiciones de anegamiento (de menor a mayor). En 2010: LE (1) < RP (5) < M (6) < V (11). En 2009: LE (3) < RP (3) < V (10) < M (10). Entre paréntesis figura el periodo más largo en días con condiciones de anegamiento en todas las profundidades simultáneamente.

Estos resultados verifican diferencias importantes en las condiciones de drenaje de los suelos, que coinciden con el potencial productivo observado y la sensibilidad a la fecha de siembra. Los datos sugieren que aquellas fechas de siembra que ubican el periodo de macollaje antes de que ocurran periodos de anegamiento, obtendrían mejores resultados.

En aquellos sitios en que es probable que ocurran condiciones de anegamiento se debería esperar mayores pérdidas por lavado y/o denitrificación que disminuyen la eficiencia de utilización del nitrógeno. En principio, la experiencia obtenida en otras situaciones sugeriría que se debería explotar al máximo la estrategia de fraccionar la aplicación de fertilizante nitrogenado a lo largo del ciclo, evitando aplicar dosis altas a la siembra. Una segunda vía de ajuste es el uso de otras fuentes nitro-

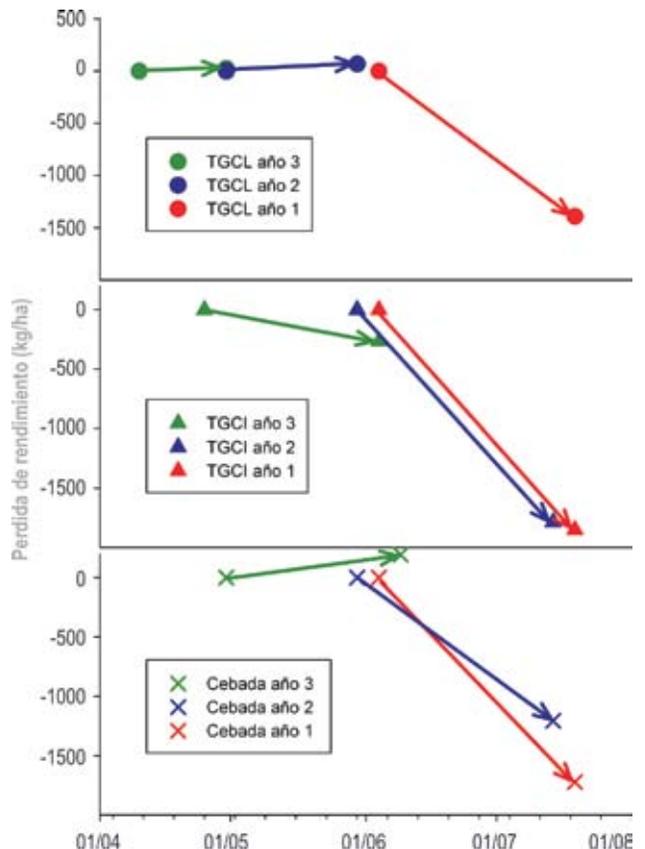
genadas (alternativas a la urea) que por su composición o formulación permitan reducir las pérdidas y por tanto aumentar su absorción por parte del cultivo. Estas hipótesis deberán ser probadas en futuros trabajos.

## FECHA DE SIEMBRA

La fecha de siembra se ajustó desde el año 1 al 3, en función de los resultados y conclusiones que se obtenían cada año. De esta forma se fue modificando el período de siembra desde junio-julio en el primer año, a abril-mayo en el año tres.

En la figura 3 se presenta la pérdida de rendimiento de la época 2 respecto a la 1, para cada grupo de especie en los tres años, considerando únicamente las tres localidades del noreste. Se observa claramente la importancia de ajustar la fecha de siembra en estos suelos.

Las pérdidas de rendimiento en siembras del mes de julio (en los años 1 y 2), fueron de magnitud sorprendente respecto a la merma esperable debida al atraso en la fecha de siembra. En ambos años, estas pérdidas se asociaron a la ocurrencia de periodos de anegamiento durante las etapas tempranas del cultivo, provocando



**Figura 3** - Pérdida de rendimiento (kg/ha) de la época 2 respecto a la 1(indicado por la flecha), para cada grupo de especie y en cada años. TGCL = Trigo Ciclo Largo; TGCI = Trigo Ciclo Intermedio; CB = Cebada.

un estrés severo, con pérdidas de plantas, detención del crecimiento y desarrollo de las mismas.

Recién el tercer año, donde el ajuste de las fechas de siembra consistió en ubicar las últimas épocas de siembra en los primeros días de junio, se lograron rendimientos aceptables en las épocas más tardías (los rendimientos relativos de las épocas 2 respecto a la 1 fueron superiores al 90%).

Durante los años 2 y 3 se registró a través de sensores de humedad del suelo, la magnitud y duración del anegamiento. Se constató que las mayores pérdidas de rendimiento ocurrían en la medida que los periodos de anaerobiosis del suelo eran más prolongados (mas de 2-3 días) y se producían en etapas tempranas del cultivo.

Si bien era esperable que el estrés térmico durante el llenado de grano, producto de las diferencias climáticas entre la zona noreste y el litoral-sur, sería la razón principal por la cual ocurrirían pérdidas de rendimiento, se constató de forma muy consistente, que los periodos de anegamiento eran el elemento fundamental que comprometía el rendimiento.

En este sentido, con siembras posteriores a los primeros días de junio, se incrementa la probabilidad que los excesos hídricos ocurran en las etapas iniciales del cultivo, y por tanto será muy baja la probabilidad de lograr rendimientos aceptables. Por otro lado, un aspecto relevante en la zona son las limitantes que ocasionan estas condiciones edáficas en las diferentes operaciones del cultivo. Es muy baja la cantidad de días que el suelo se encuentra con un contenido hídrico adecuado de forma que sea posible el ingreso de maquinaria en la chacra.

Es conocido el mayor impacto negativo del anegamiento en cebada comparado con trigo. En consecuencia, y debido a la mayor incidencia del anegamiento en siembras tardías en la zona noreste, el efecto del atraso en la fecha de siembra fue más pronunciado en cultivo de cebada.

## LOCALIDAD

Las tres localidades del noreste (V, RP y M) tuvieron como objetivo representar ambientes productivos contrastantes en los que se estaba desarrollando la agricultura en esa zona. Si bien, se manifestaron diferencias de potencial entre los suelos del noreste y la referencia en el litoral-sur, los sitios del noreste de mayor potencial (RP con 5300 kg/ha en TGCL, 5100 kg/ha en TGCI y 4000 kg/ha en CB, promedio de los 3 años) lograron rendimientos semejantes a los suelos de la zona tradicional.

## COMPORTAMIENTO DE LOS GENOTIPOS

Para TGCI y CB, no se detectó adaptación específica de los genotipos a las nuevas zonas de producción el comportamiento relativo (ranking) de los mismos, no presentó

cambios relevantes entre las localidades estudiadas lo cual sugiere que la información sobre comportamiento de cultivares generada en el litoral oeste es en términos generales un buen predictor de su comportamiento en el noreste, (siempre que se esté dentro del rango de fecha de siembra óptimo para esa zona). Para el caso de TGCL, si se observó evidencia de adaptación específica de algunos cultivares (genotipos) indicando que podría ser conveniente seguir evaluando genotipos de este grupo en la nueva zona agrícola del noreste uruguayo.

## CONSIDERACIONES FINALES

- Los resultados indican que la fecha óptima de siembra está acotada al periodo principios de abril-principios de junio para todos los grupos de especie considerados. A diferencia de lo observado históricamente en el litoral, atrasos en la fecha de siembra en el noreste determinan consistentemente pérdidas muy importantes del rendimiento. Se detectó que el anegamiento era el elemento fundamental que determinaba esas pérdidas.
- Los rendimientos logrados en suelos de mayor potencial de la zona noreste no se diferencian de los obtenidos en la zona agrícola tradicional del litoral oeste.
- En términos generales, no se detectaron genotipos que mostraran adaptación específica a los ambientes de crecimiento de la nueva zona (áreas) agrícola del noreste del país, excepto para el grupo de trigos de ciclo largo.

## AGRADECIMIENTOS

A las empresas Tafilar S.A. , Agronegocios del Plata S.A., Nidera Uruguay S.A., Fadisol S.A. y Agar Cross Uruguay S.A., Maltería Uruguay S.A., Maltería Oriental S.A. , por su aporte en la ejecución de la red de experimentos y por poner a disposición el material genético, al tiempo de co-financiar, junto a INIA, este proyecto.



# EL AZUFRE EN CEREALES DE INVIERNO: resumen de resultados experimentales y repaso de la teoría



Ing. Agr. (MSc) Adriana García Lamothe  
 Ing. Agr. (PhD) Andrés Quincke  
 Programa Nacional Cultivos de Secano

Es cada vez más frecuente encontrar deficiencia de azufre (S) en nuestros sistemas agrícolas, y la información disponible avala que el tema se ha ido imponiendo gradual y sostenidamente. Por ejemplo, ya en 1994 un monitoreo del estatus nutricional de chacras en el sur del país dejó en evidencia que un tercio de los cultivos de maíz presentaba concentraciones de S en planta inferiores al nivel crítico de 0,12 %.

Además los síntomas de deficiencia de S son característicos y se están registrando incrementos en rendimiento y/o calidad cuando se agrega S vía fertilizante. El presente trabajo tiene como objetivo resumir los resultados experimentales sobre fertilización con S obtenidos en INIA y discutirlos a la luz del conocimiento teórico existente.

## EL ROL DEL S Y SU ASIMILACIÓN POR LA PLANTA

El azufre (S) es constituyente y estabilizador de proteínas y por lo tanto tiene funciones estructurales. Además interviene en el metabolismo vegetal formando parte de aminoácidos, co-enzimas, hormonas, o constituye compuestos antioxidantes que permiten a la planta recuperarse de estreses bióticos y abióticos.

La mayor parte del S lo absorbe la planta en forma de sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) el cual llega a las raíces por flujo de masa y/o difusión. El  $\text{SO}_4^{2-}$  es reducido en las hojas, sintetizándose primero cisteína, molécula donadora de S para la mayoría de los compuestos orgánicos. El  $\text{SO}_4^{2-}$  absorbido pero no reducido se almacena en las vacuolas,

pero su removilización hacia otras partes de la planta es lenta. Precisamente, debido a la escasa movilidad del  $\text{SO}_4^{2-}$  dentro de la planta, las deficiencias de S se manifiestan primeramente en el color pálido o amarillento de las hojas más jóvenes (figura 1), a diferencia de lo que ocurre con la deficiencia de N que aparece primero en las hojas más viejas.

### ¿POR QUÉ EN EL PASADO NO SE MANIFESTABAN DEFICIENCIAS DE AZUFRE EN NUESTROS SISTEMAS AGRÍCOLAS?

Resulta oportuno repasar qué cambios ocurrieron en los flujos de entradas y salidas de S en nuestros sistemas de producción. Respecto a las entradas, en los sistemas agrícola-ganaderos típicos de la década del '80 el fertilizante más usado para aplicar fósforo era el superfosfato simple, el cual contiene 13 – 14 kg de S por cada 100 kg de fertilizante.

Paulatinamente esa fuente de fósforo fue sustituida por otras más concentradas o fertilizantes binarios (N-P) con poco o nada de S, eliminándose prácticamente la entrada de S vía fertilizante.

En regiones industriales se menciona también que la concentración de  $\text{SO}_2$  atmosférico ha ido disminuyendo como resultado de las nuevas tecnologías de "producción limpia" aplicadas en la industria, con lo cual se supone que también disminuyó la entrada "natural" por deposición atmosférica.

Respecto a las salidas, ha ocurrido un notable incremento de la extracción de S por parte de los cultivos como resultado de varios procesos interrelacionados, asociados a la intensificación de nuestros sistemas agrícolas. No solamente ha aumentado progresivamente el potencial de rendimiento de los cultivos, sino que tam-

bién ha ocurrido un aumento en el número promedio de cultivos que se producen por hectárea y por año. También ha aumentado la concentración de S en el grano cosechado, asociado a la dominancia de cultivos de alto S como es el cultivo de soja.

### RESULTADOS DE RESPUESTA A AZUFRE EN CULTIVOS DE INVIERNO

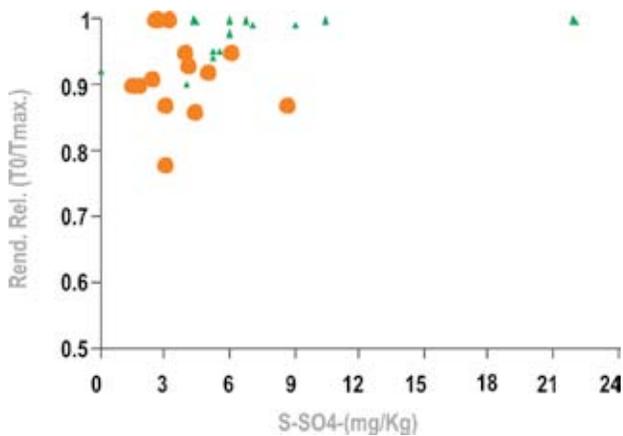
En el área de influencia de INIA La Estanzuela se realizaron varios estudios de respuesta al agregado de S en trigo y/o cebada. Primeramente, entre 1998 y 2001 se condujeron una serie de experimentos en trigo en suelos de textura franca y niveles medios de C orgánico (1,9-2,2%), representativos del litoral oeste. Si bien hubo un efecto positivo del S en producción de biomasa en estadios vegetativos (en 65% de los casos), sólo ocurrió respuesta en rendimiento en el 20% de los casos. Dicho incremento en rendimiento osciló entre 4 y 14%.

Estos resultados sugieren que la deficiencia de S tiende a atenuarse a medida que avanza el ciclo del cultivo y puede atribuirse a que en la primavera mejoran las condiciones ambientales para la liberación de  $\text{SO}_4^{2-}$  (por mineralización de la materia orgánica). Además, también se sabe que aumenta la exploración radical del cultivo que le permite acceder al  $\text{SO}_4^{2-}$  de las capas más profundas.

En los años 2008 y 2009 se obtuvo respuesta en grano en 4 sitios de un total de 13 experimentos, en suelos con niveles de  $\text{SO}_4^{2-}$  (a 0-15 cm) entre 1 y 9 mg/kg (o ppm). En la figura 2 se representa gráficamente las respuestas en grano de 9 experimentos de trigo y 4 de cebada de los experimentos parcelarios realizados en el litoral agrícola. En general, cuando el nivel de  $\text{SO}_4^{2-}$  es inferior a 6 mg/kg es frecuente encontrar respuesta positiva al S.



**Figura 1** - Plantas de trigo sin y con deficiencia de S en un suelo franco-arenoso de Young donde el S incrementó la biomasa vegetal y el rendimiento en grano.



**Figura 2** - Relación entre la concentración de sulfato (0-15 cm) y el rendimiento relativo expresado como el rendimiento del testigo sin S sobre el máximo rendimiento con S. (Los triángulos representan datos de los experimentos entre el 1998 y 2001 en tanto los círculos los de los experimentos más recientes).

No obstante esta respuesta es muy variable dependiendo de condiciones edafoclimáticas o específicas del cultivo. En los casos con niveles entre 6 y 10 mg/kg de  $\text{SO}_4^{-2}$  sólo se encontró respuesta en uno de 5 sitios. Por último, por encima de 10 mg/kg no hubo respuesta a S; aunque tampoco es frecuente encontrar valores tan altos.

Es importante destacar que en toda la serie de experimentos mencionados ha habido casos de respuesta negativa con dosis de S mayores a 40 kg de S/ha. La dosis de S requerida para obtener el máximo físico ha fluctuado entre 13 y 40 kg/ha pero con los valores más frecuentes en el rango de 20 a 30 kg de S/ha para cultivos con rendimiento por encima de la media nacional.

### RESULTADOS DE UN MONITOREO DE CHACRAS DE TRIGO

En 2009 se realizó un monitoreo de 24 chacras de trigo en Soriano, cuyos resultados avalan parcialmente la información de los estudios parcelarios. El rendimiento promedio de las chacras fue 3300 kg/ha, y en las muestras de grano se determinó la concentración de S y la relación N:S. Estos dos parámetros han sido propuestos como indicadores de deficiencia de S.

De acuerdo a información reciente generada en Argentina, se consideraría que hubo deficiencia de S cuando el S en grano es menor a 0,15% y la relación N:S es mayor a 13,3.

En las 24 chacras de trigo del 2009 el S en grano osciló entre 0,13 y 0,16% y la relación N:S entre 11,4 y 13,9. Con base en estos criterios se concluyó que el S fue limitante sólo en 4 de las 24 chacras. Sin embargo cabe aclarar que según la información relevada, en general se usaron dosis de N moderadas que pueden haber resultado "subóptimas". Por lo tanto, es probable que con rendimientos potenciales

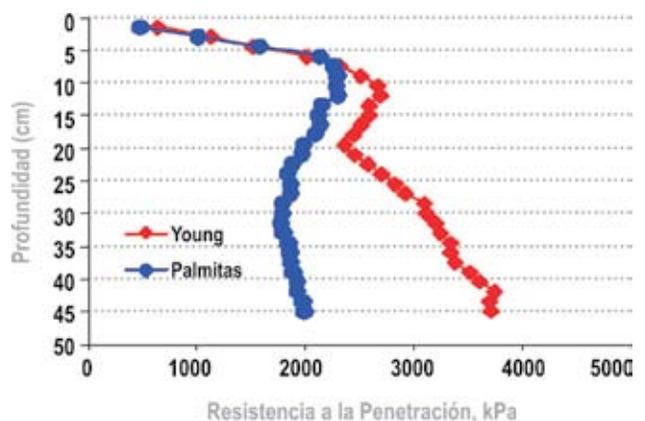


más altos (no limitados por el N), una mayor proporción de chacras hubiese resultado deficiente en S.

### LAS CONDICIONES FÍSICAS DEL SUELO Y LA ABSORCIÓN DE AZUFRE

Debido a que ocurren procesos de acumulación de  $\text{SO}_4^{-2}$  intercambiable en horizontes subsuperficiales, es importante que las plantas puedan desarrollar plenamente el crecimiento de raíces en profundidad. Una condición sub-óptima del suelo para el crecimiento radical, como puede ser la compactación, la acidez o la acumulación de sustancias tóxicas, puede impedir el aprovechamiento del  $\text{SO}_4^{-2}$  de distintos estratos del suelo.

Un ejemplo extremo se pudo observar en 2008 en dos chacras cerca de Young y de Palmitas, que tenían niveles bajos de  $\text{SO}_4^{-2}$ . Además se determinó la resistencia a la penetración y la figura 3 muestra las impor-



**Figura 3** - Resistencia a la penetración de dos suelos contrastantes cultivados con trigo en 2008. Ambos suelos tuvieron niveles bajos de  $\text{SO}_4^{-2}$  pero respuestas al agregado de azufre (ver texto).

tantes diferencias entre ambos sitios: el sitio de Young mostraba mayor resistencia a la penetración que el de Palmitas, alcanzando valores claramente superiores al nivel crítico de 2000 kPa, citado por la literatura.

Eso significa que el suelo de Young impuso restricciones al crecimiento de raíces en profundidad. En este sitio el agregado de S incrementó el rendimiento, mientras que en Palmitas no hubo respuesta al agregado de S. Se supone que en Palmitas no hubieron limitantes para el crecimiento de raíces y el cultivo pudo absorber S de estratos subsuperficiales del perfil.

#### ELEMENTOS PARA PLANIFICAR EL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN CON AZUFRE

Se reconocen fundamentalmente dos filosofías para manejar la fertilización: una es la de “suficiencia” y la otra la de “reconstrucción y mantenimiento”. La primera implica tener información de niveles críticos y calibraciones que permitan recomendar una dosis económicamente eficiente.

Esta es la filosofía o estrategia más usada en el manejo del nitrógeno, debido a que es un nutriente típicamente móvil y se pierde fácilmente por diversas vías. Aunque el  $\text{SO}_4^{-2}$  sería menos susceptible al lavado que el  $\text{NO}_3^{-2}$ , el azufre debe ser considerado como un nutriente móvil, al igual que el nitrógeno. Por ello no es recomendable la filosofía de “reconstrucción y mantenimiento” para el caso del azufre.



En este sentido, se ha hecho énfasis en intentar utilizar el análisis de  $\text{SO}_4^{-2}$  en el suelo como indicador de disponibilidad o capacidad de aporte del suelo. Sin embargo este análisis presenta la limitación de que no indica con la certeza deseable si ocurrirá deficiencia en casos de niveles de  $\text{SO}_4^{-2}$  bajos (<6 mg/kg). Esto se fundamenta entre otras razones en que no considera el S mineralizado durante el ciclo del cultivo, y que tampoco considera el S disponible en el horizonte B.

La cantidad de S a aplicar a un cultivo podría estimarse en base a la cantidad de S que extraerá el cultivo con un cierto rendimiento esperado o en base a la cantidad total que requiere absorber el cultivo (grano + residuos). A modo de ejemplo para el caso de trigo se puede asumir 0,15% S en grano, 4000 kg/ha, y un índice de cosecha de S de 43%. Con estos supuestos la cantidad de S en grano y la de S total en el cultivo sería respectivamente de 6 y 14 kg S/ha.

Considerando la respuesta en grano y la eficiencia de utilización, las cantidades estimadas de fertilizante azufrado coinciden en promedio con los valores más frecuentemente encontrados para obtener el máximo físico: 20 a 30 kg de S/ha. En tanto no se cuente con un método más apropiado, el análisis de  $\text{SO}_4^{-2}$  provee una guía rudimentaria pero que acompañada del conocimiento de los requerimientos de S de un cultivo y la extracción de S en la cosecha, posibilita un manejo razonablemente bueno del nutriente, evitando aplicar S por las dudas o en exceso.



# BIOMASA: FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA MATRIZ ENERGÉTICA DEL URUGUAY



Ing. Agr. (MSc) Fernando Resquin,  
Ing. Agr. Cecilia Rachid,  
Lic. Leonidas Carrasco,  
Quím. Daniel Vázquez

## 1. ANTECEDENTES

En las últimas décadas ha existido una importante dependencia del petróleo y sus derivados en términos de las fuentes de energía utilizadas en el país. Dicha dependencia se ha reflejado también en la utilización de esta materia prima para la generación de energía eléctrica en períodos de déficit hídrico, con el consiguiente aumento de los costos de producción. Esto, sumado al hecho que el precio internacional del petróleo ha sufrido importantes incrementos, termina trasladando esta carga a los precios de los combustibles utilizados fundamentalmente por los sectores más importantes de la economía como el transporte, la industria y el agro.

En los últimos años se ha venido promoviendo la generación de diversas fuentes “no tradicionales” de generación de energía mediante una serie de leyes

y decretos a través de las denominadas fuentes renovables como son el caso de la biomasa, eólica y pequeñas hidroeléctricas. Estos mecanismos procuran fomentar y regular la producción de agrocombustibles y, al mismo tiempo, generar un estímulo a las inversiones en la generación de nuevas fuentes de energía que se incorporen a la matriz energética actual. En ese sentido, a nivel nacional, se proponen metas de sustitución energética de las fuentes tradicionales del orden del 15 a 30% a través de materiales provenientes de cultivos forestales, entre otros. Esta sustitución se originaría a partir de cadenas energéticas las cuales en principio estarían asociadas, entre otras formas posibles, a la producción de biomasa y de agrocombustibles.

En términos generales el concepto biomasa se refiere a toda la materia orgánica proveniente de árboles, plantas y residuos de cosecha e industriales que pueden ser

convertidos en algún tipo de energía. De todas las fuentes energéticas renovables la biomasa es la que presenta la mayor diversidad en sus posibilidades de aplicación. Se utiliza para la producción directa de calor, generación de vapor o la producción directa de electricidad y su combinación, o la transformación en combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.

A nivel nacional existen factores que en los últimos años estarían mostrando cierto potencial para el uso de estas fuentes renovables de energía (DNI, 2008). Los más importantes son:

- situación energética regional deficitaria
- la existencia de módulos de generación adaptados a la industria local
- buen potencial para el desarrollo de nuevos cultivos
- marco regulatorio que permite la generación de energía eléctrica a privados
- el desarrollo de esta cadena se encuentra comprendido dentro de las líneas estratégicas fijadas por el MIEM.
- es una fuente descentralizada que promueve la generación de empleo.

En este contexto, el cultivo de especies y/o el uso de residuos forestales con el objetivo de producción de biomasa destinada a la obtención de diferentes biocombustibles se muestra como una alternativa interesante, pero que en términos de cadena agroindustrial presenta algunos aspectos aún no analizados y/o resueltos que sería necesario considerar. Estos aspectos están relacionados a temas productivos, ambientales y económicos. Desde el punto de vista productivo es necesario generar y/o adaptar información sobre el potencial de distintas materias primas energéticas en cuanto a los volúmenes potenciales de producción de biocombustibles, fundamentalmente sólidos (chips y carbón) y líquidos (etanol y biodiesel).

En relación a aspectos económicos deben realizarse análisis del balance entre el consumo y la producción de energía al final de proceso particular de cada caso. Esto está muy relacionado a factores tales como:

- costos de cosecha y transporte
- economías de escala (el aumento de la capacidad reduce los costos fijos e incrementa la eficiencia de conversión)
- precios de la madera (chips) que puedan desviar los usos de la misma

### 1.1 Generación de energía

A nivel internacional existen algunos resultados, tanto en la región como en otros países, que muestran que el uso de cultivos forestales para la producción de biomasa es una alternativa a considerar pensando en la generación de energía eléctrica. Estos sistemas se basan en el cultivo de especies de rápido crecimiento, con altas densidades de plantación, en rotaciones cortas

(menos de 5 años) y en sitios próximos a las plantas de generación. Lo que se busca en esos casos es la obtención de un gran volumen de biomasa en plazos relativamente cortos. Otra alternativa a estos sistemas es el uso de residuos tanto de cosecha como de algunas prácticas de manejo tales como raleos y podas.

Todas las fuentes de biomasa tienen un poder calórico (PC) que se define como el calor que se libera cuando se quema completamente el material, y depende del contenido de humedad. Las especies que han mostrado mayor potencial para estos fines han sido los eucaliptos, sauces, álamos y acacias, entre otras. La ventaja del uso de especies forestales frente a otro tipo de cultivos son los mayores volúmenes de biomasa obtenidos y no tanto por el contenido energético expresado por unidad de peso (Cuadro 1). A su vez la "facilidad" con que se queman los distintos materiales depende del contenido de resinas y otros químicos, del tamaño de partícula y del contenido de humedad, entre otros.

**Cuadro 1** - Poder calórico de distintas fuentes de biomasa

TIPO DE BIOMASA	Valor calórico bruto (MJ/Kg)
<b>MADERA</b>	
Astilla de madera	20,9
Corteza de pino	20,9
Residuos industriales	19
Aserrín	19,3
<b>SUB PRODUCTOS AGRICOLAS</b>	
Caña de azúcar	18,1
Bagazo de caña	18,1
Cáscara de arroz	15,6
Rastrojo de arroz	15,6
Cáscara de coco	18,6
Rastrojo de trigo	18,9
Mazorca de maíz	17,7

Fuente: <http://www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA.pdf>

Debido a su gran adaptabilidad a distintas condiciones de sitio y clima y a su rápido crecimiento, los eucaliptos han mostrado un alto potencial de producción de madera, lo que a su vez permitiría la utilización de importantes volúmenes de residuos. Dejando de lado su poca tolerancia a las heladas se destacan algunas especies como *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus tereticornis* y *Eucalyptus viminalis* como las de mejor comportamiento para estos usos.

Un aspecto a tener en cuenta es que en función de los costos de producción y transporte, estos sistemas serían rentables en situaciones en donde las plantas de generación estuvieran a cortas distancias de los sitios



de extracción de las materias primas. Se debe tener en cuenta que por su naturaleza, la madera tiene un bajo contenido relativo de energía comparada con los combustibles fósiles. Esto determina, a su vez, que se requiera de una producción de altos volúmenes de materia prima para justificar las inversiones económicas en plantas de generación de energía eléctrica.

A nivel nacional solo existen algunos pocos resultados de tipo experimental de plantaciones energéticas cuya información no ha sido de uso público y que no se ha trasladado a emprendimientos comerciales. Hace algunos años UTE realizó un estudio de factibilidad de instalación de una planta generadora de 100 MW utilizando leña como combustible, comparándola con el uso de petróleo y carbón. Los resultados mostraron que sería necesaria una plantación forestal de unas 31000 hectáreas (ha) con una densidad de plantación muy similar a las utilizadas tanto para celulosa como para madera sólida.

Esto indicaría que podría incrementarse la eficiencia del sistema a través de una mayor producción de biomasa, aumentando el número de árboles por ha, y por lo tanto reduciendo la superficie mencionada. De todos modos, varios analistas coinciden en señalar que las potencias de 1 a 10 MW instaladas en las distintas zonas forestales del país son las que presentan mayor viabilidad económica y justificación técnica. Más recientemente, estimaciones realizadas por el MIEM indican que plantas de esta capacidad requerirían de unas 6000 ha totales con una superficie de abastecimiento anual de 750 ha con turnos de cosecha de 8 años (DNETN, 2007).

A partir de los años 70 y 80 varias empresas optaron por la madera como fuente de energía debido a los altos valores del petróleo. Esto provocó que se implantaran montes básicamente de *Eucalyptus grandis* con densidades de 1500 a 2000 árboles por hectárea con turnos de cosecha superiores a los 10 años destinados a la producción de leña. Este modelo de producción fue sustituido a partir de la década del 90 con plantaciones cuyo objetivo ha sido la producción de celulosa y/o madera sólida de alto valor.

En países de la región hay algunas estimaciones que indicarían que para abastecer plantas de pequeño porte (por ejemplo 10 MW) serían necesarias superficies de aproximadamente 1500 ha anuales con plantaciones de eucalyptos de alto crecimiento (Dias Muller y Couto, 2006). Estos datos varían fuertemente en función del número de árboles plantados por ha, de los crecimientos alcanzados y la densidad de la madera, la cual determina la cantidad de materia seca disponible para ser transformada en calor y energía eléctrica.

## 1.2 Obtención de biocombustibles

Los agrocombustibles líquidos se presentan como una alternativa de importancia estratégica, fundamentalmente para el sector del transporte. Por tal motivo, en este rubro también se ha generado un marco legal que promueve la producción, comercialización y utilización (en particular del etanol y biodiesel) a nivel nacional en los próximos años. En ese sentido, se fijó como meta para el 2015 que al menos el 5% del total de naftas producidas en el país provengan de la incorporación del etanol derivado de los agrocombustibles. Esta alternativa tiene como principal ventaja el hecho de que en el país existen buenas condiciones agroecológicas (suelo y clima) para la producción de distintas materias primas, fundamentalmente las tradicionales. Por otro lado, existen una serie de limitantes que sería necesario superar. Entre las más importantes se mencionan:

- falta de experiencia y conocimientos en la producción con buenos controles de calidad
- falta de investigación de potencialidades de fuentes de materias primas

El biodiesel, por su parte, se ha transformado en uno de los biocombustibles más utilizados en el mundo por ser compatible con el diesel convencional, pudiendo ser mezclado en cualquier proporción con este, creando mezclas estables. Para ello se han desarrollado una variedad de métodos de conversión que varían en simplicidad, costos de inversión y operación, consumo de agua, producción de desechos potencialmente tóxicos y calidad de producto obtenido (Jananun y Ellis, 2010). Otra de las ventajas que presenta el biodiesel es la variedad de fuentes de materia prima utilizable; entre las más comunes se encuentran los aceites de colza, canola, soja, girasol, palma y otras oleaginosas comestibles. También se pueden utilizar sebos vacu-

nos y ovinos y restos de aceites de cocina (Lin et al., 2010).

Sin embargo, dado el debate a nivel mundial acerca del riesgo sistemático a nivel económico y socio-político que representa la producción de biodiesel a partir de aceites comestibles, se han buscado fuentes alternativas de materia prima que permitan obtener altos volúmenes, teniendo en cuenta que la materia prima representa un alto porcentaje del costo final de producción. Entre las alternativas se encuentran especies de ambientes empobrecidos como la jatrofa o las que no compiten por el uso de la tierra como son la producción de algas y el aceite de castor. Si bien los cultivos forestales han sido considerados bajo esta alternativa, son escasos los estudios que los incluyen como fuente de materia prima para la producción de biodiesel.

Por otro lado, el uso de la madera (chip) como materia prima para la producción de etanol ha mostrado (aunque a escala experimental) mayores avances. Diversos grupos de investigación en distintas partes del mundo están trabajando hoy en mejorar la eficiencia de procesos de hidrólisis/fermentación de los azúcares de la madera, otros procesos de transformación bioquímica para producir precursores de distintos tipos de alcoholes o tecnologías termoquímicas que producen una amplia gama de posibles biocombustibles líquidos.

La factibilidad de un proceso de obtención de bioetanol a partir de biomasa depende de la naturaleza química de la materia prima de la cual se parte:

- azúcares simples
- materiales lignocelulósicos
- almidón

La celulosa y hemicelulosas son la forma más frecuente de carbono en la biomasa. Debido a su relativa alta disponibilidad en la naturaleza, ya que no compite con las cadenas alimenticias, los materiales celulósicos (por ej. madera, bagazo de caña de azúcar, paja de trigo, etc.) son una fuente de bajo costo para la producción de etanol. Este tipo de materias primas están compuestos además por lignina, la cual le confiere el soporte estructural a la planta. Este compuesto "encierra" a la ce-

lulosa y hemicelulosas haciendo difícil alcanzar estas últimas para hidrolizar sus azúcares, comparado con los azúcares provenientes del almidón de granos. De todos modos, en general, la biomasa forestal tiene mayores contenidos de azúcares que los residuos agrícolas.

En su concepto más amplio, de los materiales lignocelulósicos puede extraerse etanol mediante hidrólisis y posterior fermentación de la madera. Esto en general es un proceso más complejo que la simple fermentación de los azúcares. Los dos factores que en principio determinan el rendimiento de etanol son: cantidad y tipo de monosacáridos disponibles, ya que no todos son fermentables por microorganismos.

Los procesos bioquímicos utilizan enzimas para degradar la celulosa de la biomasa. Los azúcares obtenidos mediante estos procedimientos pueden ser usados para la fabricación de levaduras con destino de producción de alimentos, o ser fermentados y transformados en alcohol etílico. En estos casos el alcohol se obtiene por la fermentación de los azúcares procedentes de la celulosa. El rendimiento de la fermentación es del entorno del 50% (variando de 35 a 63%). Teniendo en cuenta que por un lado el contenido de celulosa de la madera es de aproximadamente 50% y que el rendimiento de transformar esta última en azúcares es del 90%, a partir de 1 tonelada de madera se obtendría 0.22 toneladas de etanol (Ferrari, et al. 2004). También es posible obtener estos volúmenes de etanol utilizando corteza de árboles.

La lignina tiene algunas características como combustible que merecen ser destacadas. En los residuos del proceso de obtención de alcohol de madera, la lignina permanece en forma inalterada. De acuerdo a algunos autores el uso de este compuesto como combustible es de vital importancia desde el punto de vista del resultado económico del proceso. El poder calórico de la misma es del orden de 4800 a 6600 kcal/kg, y de acuerdo a algunas estimaciones se puede obtener 1 tonelada de lignina por cada 1000 litros de etanol producido.

De acuerdo a una revisión realizada por la Facultad de Ingeniería de la UDELAR con las maderas denominadas "duras" es posible obtener un mayor rendimiento potencial de etanol que con las más "blandas" (Cuadro 2).

**Cuadro 2** - Composición de dos tipos de madera y rendimiento potencial de etanol.

Madera	Porcentajes base seca			Rendimiento potencial de azúcares fermentables (kg azúcar/ton madera)			
	Celulosa (%)	Hemicelulosas (%)	Lignina (%)	Xilosa	Glucosa	Otras Hexosas	Rendimiento total
"Dura"	48	32	19	219	533	40	792
"Blanda"	43	26	28	78	483	129	690

Fuente: Monografía. Producción de etanol a partir de residuos lignocelulósicos. Fac. de Ing. UDELAR.



Por otro lado, para las condiciones del país, los eucaliptos alcanzan mayores tasas de crecimiento que los pinos y por lo tanto sería posible obtener mayor rendimiento por unidad de superficie con turnos de pocos años. Según algunos autores, bajo condiciones de pretratamiento leves, como con ácido sulfúrico, es posible hidrolizar más del 80% de la celulosa y obtener más de 30 g de glucosa por cada 100 g de madera procesada.

A pesar de que estos resultados experimentales puedan resultar alentadores, desde el punto de vista de la utilización de algunas materias primas el costo de producción del bioetanol con las técnicas mencionadas es cerca del doble del costo de producción de etanol derivado del petróleo. Estos mayores costos están asociados al tratamiento previo que requiere la biomasa para lograr que los azúcares estén más fácilmente disponibles de ser transformados en alcohol. Por tanto, es necesario desarrollar tecnologías que permitan aumentar el rendimiento de combustible obtenido.

## 2. Situación actual y perspectivas

De acuerdo a estimaciones de la Dirección Forestal existiría una cantidad de residuos forestales en campo del orden de 1.500.000 m<sup>3</sup> los cuales podrían, eventualmente, ser utilizados como materia prima para la generación de bioenergía. En los últimos años se han registrado avances desde el punto de vista de la transformación tecnológica de la madera para la obtención de energía a partir de la quema de materiales y biocombustibles, fundamentalmente etanol.

A nivel nacional existen algunos emprendimientos comerciales para la generación de energía eléctrica a partir de residuos forestales y agrícolas los cuales utilizan unos

690.000 m<sup>3</sup> de residuos de las industrias forestales para la cogeneración de energía eléctrica a través de la quema directa. Esas plantas generadoras de energía a partir de residuos de cosecha forestales y agrícolas, hasta el año 2010, representaban una potencia instalada de 44 MW correspondiendo a más de 4% del total de la matriz energética del país. Cabe destacar que del total de la potencia instalada existe un excedente que en ocasiones supera los 30 MW.

Con la relación de precios actuales, a pesar de algunas oscilaciones, el costo de generación del MW a partir de derivados del petróleo es cerca del doble del costo generado a partir de biomasa. Estos son costos únicamente del combustible por lo que debería hacerse un análisis que incluya los factores de producción, extracción y transporte para ambos sistemas de generación. Esto también requiere cuantificar el poder calórico de los diferentes cultivos energéticos, lo cual depende en gran medida de la cantidad de materia seca obtenida aunque también inciden aspectos de la composición química de las maderas de las diferentes especies forestales. Asociado a la capacidad calórica es importante evaluar el potencial de producción de etanol y (a través de metodologías desarrolladas recientemente en el país) la producción de melaza y/o alcohol a partir de chip de madera.

Por otro lado, a nivel internacional, se están evaluando métodos de obtención de etanol a partir de residuos lignocelulósicos más eficientes que los procesos ya utilizados. Una de estas nuevas tecnologías, denominada CES (combinación de extrusión-sacarificación) se basa en el concepto de deconstrucción mecánica de la biomasa por extrusión, para favorecer la hidrólisis enzimática de la celulosa y hemicelulosas.



Se estima que con el uso de este proceso se reduciría 13% el costo de producción comparado con los procesos actuales, además de mejorar las condiciones de seguridad y medioambientales.

Un aspecto a tener en cuenta es que sobre estos temas prácticamente no se ha generado información en el país, en aspectos tanto silviculturales como logísticos de producción y uso de la biomasa con fines energéticos. En función de lo mencionado surgen algunas interrogantes, tanto productivas como tecnológicas y ambientales, sobre la posibilidad de generar biocombustibles de los denominados de segunda generación a partir de materiales lignocelulósicos. En este sentido, en primer término es necesario determinar el volumen real de biomasa existente y potencialmente utilizable para la generación de energía, y en una segunda etapa identificar cultivos energéticos de alto potencial de producción de biomasa.

En función de esto, INIA ha iniciado la ejecución de varios proyectos de investigación apuntando a obtener información en el área de la generación de bioenergía a partir de materiales lignocelulósicos. Estos proyectos se llevan a cabo conjuntamente por parte de los Programas: Cultivos de secano, Horticultura, Sustentabilidad Ambiental y Forestal. A su vez, estas actividades están siendo financiadas por fondos INIA y también por la Comunidad Económica Europea en asociación con países integrantes del PROCISUR. Estas líneas de investigación, por un lado procuran estimar a nivel nacional los volúmenes de residuos (agrícolas y forestales) y su composición química para ser usados como materia prima para la obtención de etanol de segunda generación (Proyecto BABETHANOL).

Al mismo tiempo, se está obteniendo información para determinar el potencial de producción de biomasa de especies forestales de relativo rápido crecimiento en los distintos suelos del país. Para esto, en una primera etapa, se deben identificar cuáles serían las especies de mayor crecimiento y las densidades de plantación óptima, y en una segunda cuantificar el poder calórico de los diferentes cultivos energéticos y evaluar el potencial de producción de etanol y (a través de metodologías desarrolladas recientemente en el país) la producción de melaza y/o alcohol a partir de chips de madera.

Conjuntamente, es de vital importancia la evaluación de la sostenibilidad de este tipo de sistemas de producción desde el punto de vista de la extracción y reciclaje de los principales nutrientes del suelo. Buscar altos niveles de producción de biomasa, con altas densidades y en tiempos relativamente cortos desde el punto de vista de la forestación tradicional podría provocar altas tasas de extracción de nutrientes, lo que en principio requeriría una alta reposición de los mismos a través de fertilización en rotaciones siguientes o de reincorporación al suelo de restos de cosecha. Estos aspectos serán analizados a los efectos de evaluar el impacto de estos sistemas de producción procurando la mayor sostenibilidad posible en el largo plazo.



## REFERENCIAS

- Dirección Nacional de Industria,(MIEM) 2008. Cadenas productivas en energías renovables biomasa, agrocombustibles, eólica y solar térmica Fase I - Análisis de cadenas y diagnóstico preliminar. 42 p.
- DNETN (Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, MIEM) 2006. Generación de energía eléctrica a partir de la biomasa en Uruguay. La Dendroenergía. 21 p.
- Dias Muller, M.; Couto, L. 2006. Avaliação de densidades de plantio e rotação de plantações de rápido crescimento para produção de biomassa. rede nacional de biomassa para energia. Documento Técnico Renabio nº002, 65 p.
- Ferrari, D.; Neirotti, E.; Albornoz, C.; Saucedo, E.; 2004. Ethanol production from eucalyptus wood hemicellulose hydrolysate by *Pichia stipitis*. *Biotechnology and Bioengineering* 40, 753:759
- Hamelinck, C.; van Hooijdonk, G.; PC Faaij, A., 2005. Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. *Biomass and Bioenergy* 28, 384-410.
- Janaun, J., Ellis, N. 2010. Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14, 1012-1320.
- Lin, L.; Cousan, Z.; Vittayapadung, S.; Xiangqian, S.; Mingdong, D. 2010. Opportunities and challenges for biodiesel fuel. *Applied Energy* 88, 1020-1031.
- Patrouilleau, R.; Lacoste, C.; Yapura, P.; Casanovas, M. 2007. Perspectiva de los Biocombustibles en la Argentina con énfasis en el etanol de base celulósica. *Unidad de Coyuntura y Prospectiva. INTA* 70 p.

# LOS SISTEMAS LECHEROS Y SU IMPACTO EN EL RECURSO SUELO



Ing. Agr. (MSc) Roberto Díaz Rossello  
Ing. Agr. (MSc) Henry Durán  
INIA La Estanzuela

A mediados de la década del 70 la producción lechera del país rompe el estancamiento productivo que la caracterizó por más de 40 años, iniciando un proceso de crecimiento que muestra su mayor dinamismo en los últimos 25 años.

Desde el origen el sistema de producción se basó en la rotación forrajera, con alternancia de praderas y cultivos forrajeros anuales, pero progresivamente ocurrieron grandes cambios que impactan sobre la dinámica de carbono y la sustentabilidad de los suelos. Muchos procesos de intensificación productiva conllevan la degradación de ese recurso.

Los sistemas de producción de granos siempre son observados como el subsector más preocupante en relación a la sustentabilidad del recurso suelo, principalmente cuando constituyen sistemas continuos de agricultura anual. La le-

chería no ha sido objeto de muchos estudios a pesar que sus sistemas productivos han involucrado un proceso muy intensivo de laboreo del suelo hasta la reciente adopción de la siembra directa (SD). Presentan alta frecuencia de cultivos anuales en las rotaciones predominantes y constituye un rubro ganadero de alta extracción y exportación extra predial de nutrientes desde el suelo.

El gran indicador para evaluar la condición de los suelos es indiscutiblemente el contenido de materia orgánica o carbono orgánico (CO). Es el elemento al cual se asocian la mayor parte de las propiedades químicas y físicas del suelo y por consiguiente también su productividad. La evolución del contenido de CO en función de los sistemas productivos que desarrolle la lechería del país es clave no solamente para asegurar su productividad futura, sino que también comprometerá su futuro comercio internacional.

El desarrollo de la huella de carbono, como enfoque para el seguimiento de la potencial contribución o mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero, será un requisito creciente en las exigencias de comercialización de las cadenas productivas.

Sistemas productivos de leche como el australiano y el neozelandés, con mucha participación en el comercio internacional, han hecho foco de alta preocupación sobre la situación de pérdida progresiva de CO que tienen los suelos de sus regiones dedicadas a la producción lechera. Los antecedentes de información experimental sobre sistemas mixtos con rotaciones de pasturas y cultivos, generados en los experimentos de largo plazo de La Estanzuela, evidenciaron cierta sostenibilidad del CO del suelo. Sin embargo, se obtuvieron sin pastoreo animal, lo que dejó siempre abierta la interrogante de su sostenibilidad con los efectos del pastoreo y las condiciones propias de un rubro tan intensivo como la lechería.

El CO del suelo de las parcelas de los Sistemas Lecheros de La Estanzuela fue analizado a partir de 1974 y en diversos momentos a lo largo de los últimos cuarenta años. Esta información constituye una inestimable base para estudiar y comprender cómo los sistemas reales de producción lechera provocaron grandes cambios en el manejo del suelo y la calidad del mismo. Se trata de información inédita que se analiza por primera vez y que permite visualizar las oportunidades y amenazas en la sostenibilidad productiva y algunos impactos ambientales de la lechería uruguaya.

En base a los registros de manejo de las parcelas de los sistemas de producción se caracterizaron y cuantifi-

caron las principales variables que se presume pueden tener efectos significativos en la dinámica del CO del suelo (Cuadro 1).

Estas variables se cuantifican para cuatro grandes sistemas de producción lechera que presentaban claros contrastes de manejo del suelo y que ocurrieron en diferentes períodos y/o grupos de parcelas: Secuencias no Planificadas (**S1**) 1966-1983, Rotación Planificada (**R1**) 1984-1998, Rotación Planificada Avanzada (**R3**) 2003-2010, y Rotación del Sistema Intensivo (**R2**) 1999-2010. Dieciséis parcelas estuvieron siempre en el Sistema General de la Unidad de Lechería con los períodos de manejo S1, R1 y R3, asociadas con 3 parcelas permanentes en campo natural donde se realizaron confinamientos nocturnos y/o en períodos de mal tiempo con alimentación por reservas forrajeras y concentrados. Seis parcelas corresponden al Sistema Intensivo Actual (R2) y que fueran manejadas hasta 1998 como S1 y R1; una parcela permanente en campo natural integra este sistema.

En el Cuadro 1 puede apreciarse como a medida que transcurren los años fueron aplicándose sistemas cada vez más intensivos y con grandes cambios técnicos, aunque en general se mantuvo un sistema mixto con 50% del tiempo dedicado a cultivos anuales y 50% a pasturas de mezclas de leguminosas y gramíneas. De un muy intenso laboreo convencional en S1 se progresó hacia reducciones del laboreo en R1 y posteriormente a siembra directa en R3 y R2. En forma paralela se fueron reduciendo los tiempos de barbecho improductivo, aumentando la productividad de las pasturas y también aumentando la cantidad de reservas y concentrados de origen extrapredial.

**Cuadro 1** - Indicadores de uso del suelo y de productividad de las rotaciones predominantes en la Unidad de Lechería de INIA durante los últimos 44 años.

Sistemas de Producción		S1	R1	R2	R3
Período de Aplicación		1966 1983	1984 1998	1999 2010	2003 2010
% de uso del tiempo anual por unidad de rotación	Pastura y Cultivos	72	81	82	82
	Barbechos	28	19	18	18
Barbecho por unidad de rotación (meses)	Totales	20	16	12	13
	En invierno	4	2	0	0
Tipo de Laboreo		LC	LC	SD	SD
Laboreos Anuales por Unidad de Rotación	Profundos	15	9	0	0
	Superficiales	15	12	0	0
	Total	30	21	0	0
Productividad de las pasturas por tecnología empleada		bajo	medio	alto	alto
Nivel de Gramilla		alto	medio	bajo	bajo
Uso anual máximo de N (kg/ha)		38	31	31	35
Productividad de Leche (L/ha/año)		< 3000	3000-6500	8500-11500	6500-8500
Ingreso de Concentrados y Forrajes (Kg/vaca/año) * (vacas/ha) = (kg MS/ha)		500*0.7 = 350	800*0.9 = 720	1700*1.4 = 2380	1200*1.= 1200

Naturalmente todos esos cambios técnicos se vieron acompañados de grandes aumentos de la producción de leche.

Los 11 factores considerados en el Cuadro 1 generan diferentes tendencias sobre el balance de CO son:

(1) La proporción de pasturas en el tiempo total de la rotación favorece la acumulación.

(2) La proporción del tiempo en barbecho incrementa el riesgo de pérdida por suelo descubierto a la erosión.

(3) Los meses de invierno en barbecho coadyuvan a la pérdida porque son más frecuentes los escurrimientos erosivos superficiales.

(4) El laboreo convencional facilita pérdidas por mineralización mientras que la siembra directa promueve la acumulación superficial.

(5 y 6). La mayor frecuencia de operaciones de laboreos superficiales y profundos promueve pérdidas por mineralización y erosión.

(7) La tecnología de manejo de pasturas principalmente por los factores de fertilización y pastoreo controlado aumentan su productividad y contribución de CO.

(8) La gramilla es una maleza que hace grandes aportes de materia orgánica y por ser estolonífera su presencia disminuye el riesgo de pérdida de CO por erosión.

(9) La cantidad de fertilizantes nitrogenados empleados en la rotación contribuye a incrementar la productividad de los cultivos forrajeros y a que los residuos se establezcan como CO en el suelo.

(10) La mayor productividad de leche implica principalmente mayor extracción de N del sistema lo que disminuye la capacidad de acumulación de CO.

(11) El ingreso extra predial de forrajes y concentrados es una vía directa de incremento de CO en el suelo.

En la figura 1 se aprecia como las modificaciones extremas en laboreo, carga animal e importación de forrajes determinaron dos períodos contrastantes en la dinámica del CO del suelo.

Los primeros 17 años presentaron fuertes pérdidas de CO a tasas anuales promedio estimadas de 0.89 t/ha/año. Las ganancias de CO esperables durante la fase de pasturas de la rotación, aparentemente no fueron suficientes para compensar las pérdidas de CO debidas principalmente al intenso laboreo en la fase de cultivos forrajeros. Esta tendencia se revirtió en los siguientes 18 años con ganancias de CO de 0.94 t/ha/año. Tres factores principales de manejo se discuten para explicar el incremento de CO: la confluencia y sinergia de los

sistemas mixtos realizados en siembra directa, mejoras de la productividad de las pasturas y cultivos e importación de alimentos al sistema.

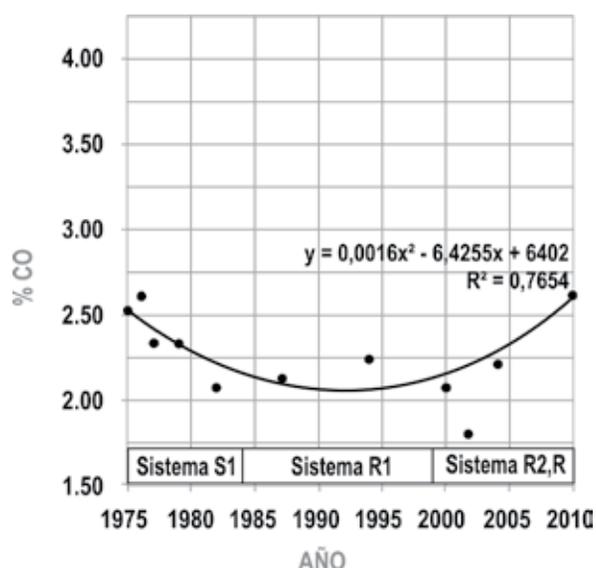
Claramente estos resultados cuestionan el aseverar que simplemente por realizar una rotación de cultivos anuales con pasturas mezcla de leguminosas y gramíneas perennes se alcanza un balance neutro o positivo de CO. En el caso del sistema S1 la alta frecuencia de laboreos, los grandes períodos en barbecho sin cobertura y los pastoreos en condiciones excesivamente húmedas generaron pérdidas de CO que no pudieron ser compensadas por la contribución de las pasturas de la rotación. De hecho, las pérdidas de CO que se registraron en S1 son tan altas (1,2%/año) como las verificadas en una rotación agrícola continua en la misma Unidad de Suelos.

En el período del sistema R1 se estabiliza el contenido de CO y comienza una lenta recuperación que se incrementa notablemente con los sistemas R2 y R3. Durante la aplicación del sistema R1 los factores que serían más importantes en mejorar la acumulación de CO son: la reducción de las operaciones de laboreo, la mejora del manejo con incremento de la productividad de las pasturas y la disminución de los períodos de barbecho sin cobertura, principalmente en invierno.

A partir del año 1995 se acelera la acumulación de CO con progresivas reducciones del laboreo e ingreso en SD. Simultáneamente aumenta la productividad de las pasturas y el ingreso de forrajes y concentrados extra prediales que se puede suponer que también contribuyen a la acumulación de CO.

En relativamente pocos años se logra sobrepasar significativamente el nivel de CO con que se inició la evaluación en 1974. No hay ningún indicio aún de disminución en el ritmo de acumulación con el uso de la actual rotación forrajera bajo SD. Se alienta así la posibilidad de





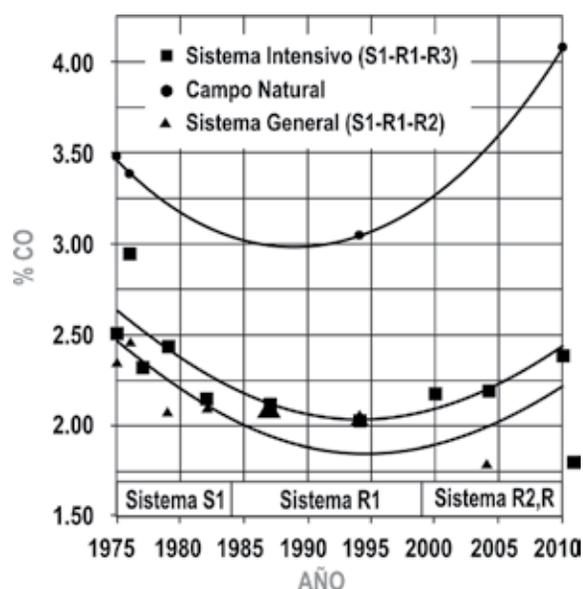
**Figura 1** - Evolución promedio del CO de todas las Parcelas de Lechería

mayor restauración de las condiciones de fertilidad con estos sistemas productivos.

El sistema general de la Unidad de Lechería y el sistema intensivo solamente difieren en el manejo de los últimos 10 años y aún no muestran diferencias claras de acumulación de CO (Figura 2). Se espera que estas diferencias comiencen a manifestarse luego de más años de operación de los sistemas.

Tal cual ocurre en los tambos comerciales, existe un grupo de parcelas que se destinan al confinamiento del ganado, ya sea para evitar los pastoreos de pasturas cultivadas en períodos de lluvia, como para suministrar concentrados, henos y silos en forma confinada, y que se denominan genéricamente “campo natural mejorado”. Las parcelas de estos semi-confinamientos muestran la misma dinámica general del CO que las parcelas del resto del sistema manejadas bajo rotación de pasturas y cultivos (Figura 2). Se aprecia un período de fuertes pérdidas hasta comienzos de la década del 90 y luego recuperaciones muy importantes. En primer lugar cabe preguntarse por qué se registró un ciclo de fuertes pérdidas de CO, cuando en el campo natural mejorado no se efectuaban laboreos ni períodos de barbechos improductivos, que fueron los factores con mayor asociación a los cambios de CO en el Sistema General y el Sistema Intensivo.

La explicación a este comportamiento se puede encontrar en características de manejo de estas parcelas durante el período del sistema S1: 1) Hasta inicios de los años 90 no se daban concentrados ni reservas en semi-confinamiento por lo que no había traslado sistemático de nutrientes ni un ingreso extra predial de CO



**Figura 2** - Evolución del Contenido de CO en dos Sistemas y en los Semiconfinamientos de Campo Natural.

a esos potreros. 2) En el mismo período no se habían consolidado mejoras acumulativas del tapiz natural por fertilización fosforada e introducción de leguminosas. 3) Hasta los años 90 la carga animal de estos potreros fue considerablemente más baja que en el último periodo estudiado.

En el período del sistema R1 se equilibran pérdidas y ganancias y en los sistemas R2 y R3 se aprecian muy fuertes ganancias de CO con probable origen en: las mejoras en la productividad del tapiz, los incrementos muy importantes de las reservas forrajeras y de concentrados que se suministran en esas parcelas, el fuerte traslado de nutrientes por uso de altas cargas animales y períodos de ocupación más extensos al no depender exclusivamente del forraje en pie sino de los suplementos usados.





Lo más relevante de esta información cuantitativa es la intensidad de la recuperación o secuestro de carbono por el suelo. Las parcelas de semi-confinamiento presentan un incremento promedio de 1,10% de CO.

## CONCLUSIONES

La evolución del manejo del suelo como consecuencia de los cambios técnicos de los sistemas productivos de la Unidad de Lechería puede considerarse representativa de los cambios ocurridos y en proceso en la cuenca lechera nacional. Quizás en la Unidad de Lechería sucedieron con cierta anticipación, pero reflejan la situación actual de los sistemas comerciales cuya productividad por vaca masa transitan desde 4500 L/ha a niveles superiores a 6500 L/ha.

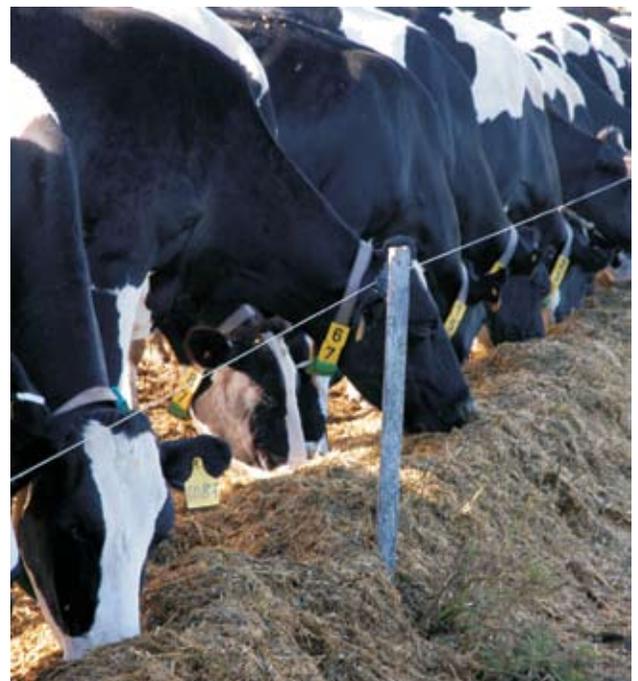
Los trabajos de relevamiento del estado actual de los suelos dedicados a lechería cuantificaron un deterioro del contenido original de CO del orden del 22%. Complementariamente, el presente trabajo diagnostica una situación promisoriosa de posible restauración de la fertilidad productiva y de notable capacidad de secuestro de carbono (aproximadamente 2% de acumulación anual) con la misma tecnología que viene siendo adoptada en la actualidad por los productores lecheros más intensivos.

La fijación biológica de nitrógeno por las pasturas de leguminosas en la rotación parece haber sido el factor clave para sostener un balance positivo del CO, cuando los demás factores de manejo (laboreo, tiempo en barbecho, etc.) se modificaron para reducir las pérdidas por mineralización y erosión.

El diagnóstico realizado sobre la acumulación de CO en las parcelas de semi-confinamiento plantea la oportunidad de capitalizar esa condición de los suelos, con inmejorable situación de fertilidad, incorporándolos a la fase agrícola del sistema. Si esto no fuera posible por restricciones operativas del establecimiento se abren dos estrategias a considerar y valorar: a) dispersar las áreas de suministro de concentrados y reservas hacia mayor número de parcelas de la rotación o b) concentrar esos suministros en patios de alimentación diseñados para hacer viable el reciclaje de los efluentes hacia las parcelas con pasturas.

Estas alternativas deben ser evaluadas considerando no solamente los beneficios productivos sino de contaminación ambiental y su posible manejo a la luz de las capacidades y restricciones para su implementación propias de cada establecimiento. Cabe interrogarse acerca de la necesidad de desarrollo de tecnologías apropiadas para su manejo por la investigación local, ya que el área que ocupan estos potreros en los establecimientos lecheros es muy significativa y también lo es la dimensión de las oportunidades productivas y amenazas ambientales que se plantean.

En síntesis, el sendero tecnológico de los sistemas lecheros en desarrollo y adopción comercial muestra una situación muy promisoriosa en términos de acumulación y secuestro de carbono por la naturaleza del sistema que se emplea, basado en la complementación del sistema mixto con la siembra directa.



# RIESGO DE APARICIÓN DE RESISTENCIA A GLIFOSATO EN URUGUAY

Ing. Agr. (Dra) Amalia Ríos  
INIA La Estanzuela

**PREVENIR la resistencia es la mejor solución. Constituye parte del Uruguay Natural que queremos preservar. Mantener este estatus es responsabilidad de todos.**

En los sistemas agrícolas, agrícola-pastoriles y pastoriles, la adopción de la siembra directa ha favorecido su sustentabilidad, reduciendo costos, ampliando las oportunidades de siembra, cosecha y pastoreo.

Sin embargo, la siembra directa y los cultivos genéticamente modificados resistentes a herbicidas, generan una mayor dependencia en el uso de estos agroquímicos, determinando una mayor presión de selección sobre las malezas, lo que puede resultar en eventuales procesos de modificación en las comunidades florísticas, a lo cual se suma el riesgo de aparición de resistencias.

En este escenario la situación más preocupante es la relacionada con la resistencia a glifosato, ya que este es el herbicida que viabiliza la siembra directa en el mundo.

## LA RESISTENCIA A GLIFOSATO EN EL CONO SUR

En los últimos años se han registrado numerosos casos de resistencia a glifosato a nivel mundial, actualmente se reportan 21 malezas con resistencia, varias de ellas en el Cono Sur, y se considera que existe riesgo inminente de nuevas ocurrencias en distintos países.

En el Cono Sur la presencia de resistencia es preocupante, Brasil lidera con 20 casos, de los cuales 10 están en Río Grande del Sur, con 5 malezas resistentes a glifosato, de las cuales raigrás (*Lolium multiflorum*) y yerba carnífera (*Conyza spp*) son las más preocupantes para Uruguay.

En Argentina hay 3 casos de resistencia a glifosato: sorgo de alepo (*Sorghum halepensis*) y dos materiales de raigrás (uno anual y otro perenne), estos últimos en áreas donde hay semilleros de raigrás.

En Chile, también tienen raigrás resistente a glifosato, en los viñedos y frutales en el centro del país, y también en el sur, lo que agrava la situación del cultivo de trigo.

## EL RIESGO EN EL USO DEL GLIFOSATO EN URUGUAY

**El riesgo de aparición de ecotipos resistentes a glifosato va a depender de la presión de selección ejercida por el glifosato, y será mayor en la medida que mayor sea el número de aplicaciones realizadas.**

En la situación de Uruguay podemos considerar que existen áreas con niveles de riesgo de ocurrencia de resistencia a glifosato bien disímiles.

Entre las áreas con menor riesgo podemos considerar las forestales, porque las aplicaciones se circunscriben a los 3 años iniciales de establecimiento del bosque, como máximo. Comienzan un año antes de la plantación, y dependiendo de la tasa de crecimiento de los árboles y la competencia de las malezas, se mantienen 1½ a 2 años post plantación. Esta secuencia se puede reiterar luego de 8 o 10 años si se replanta el bosque.

Una situación intermedia se da en los sistemas arroz-pasturas y en los de agricultura forrajera que se practica en predios lecheros y ganaderos. En ambas situaciones, ya sea durante el cultivo del arroz o cuando se realizan verdes, se aplica glifosato durante por lo menos dos años, hasta que se restablecen nuevamente pasturas en base a leguminosas-gramíneas.

En realidad, el riesgo aquí no radica en la rotación, dado que en la etapa de pasturas no se aplica el herbicida, sino en la introducción extra predio de plantas resistentes de la mano de la semilla que se planta. Así se ha introducido senecio africano (*Senecio madagascariensis*) en muchos predios, lo cual es muy fácil de visualizar por los productores, pero un raigrás o una yerba carnífera, es más difícil detectar y no se suele

dar importancia, porque en general, se las afecta, aunque finalmente se recuperan lo suficiente para producir alguna semilla.

En alto riesgo están las áreas hortifrutícolas, a nivel nacional, que son las que tienen más años de acumulación de glifosato, con mayor frecuencia de aplicaciones, a lo cual se suma en muchas situaciones la aplicación manual que condiciona la calidad y eficiencia de la aplicación, y donde la rotación de herbicidas, en general no está implementada.

También en los sistemas de siembra directa del litoral se encuentran chacras con varios años de aplicaciones de glifosato, algunas con casi 20 años de historia de siembra directa y aplicaciones sistemáticas. Estas son las más expuestas a la ocurrencia de resistencia, en la medida que más intensa es la rotación agrícola y más se circunscribe la etapa de pasturas. Al área litoral se suman las nuevas áreas agrícolas que existen en prácticamente todos los departamentos del país, donde la etapa pastoril ya no existe.

**Ejemplificando a nivel del área agrícola, el riesgo de ocurrencia de resistencia es mayor si además de las aplicaciones para el control de rastrojos y mantenimiento de barbechos limpios, la soja aparece con una alta frecuencia en la rotación agrícola y se incorporan a la rotación nuevos cultivos transgénicos como el maíz.**

## CAPITALIZAR LA EXPERIENCIA DE LOS VECINOS

### 1) La experiencia argentina con el Sorgo de Alepo resistente a glifosato

El sorgo de alepo resistente a glifosato en Salta, se ha trasladado "caminando" con las cosechadoras, que comienzan la zafra de verano en el norte y luego van viajando hacia el sur.

La semilla de sorgo que se siembra en Uruguay viene mayoritariamente de Argentina, y es bastante frecuente en las chacras de nuestro país, visualizar plantas tipo alepoides fácilmente detectables en sorgo de grano. Los productores no deberían permitir que esas plantas semillen, no sólo por el riesgo de resistencia, sino porque la semilla del alepo es viable en el suelo por más de 70 años.

En Colonia, en el 2008, Juan Carlos Papa, del INTA Oliveros analizó el caso de sorgo de alepo resistente a glifosato en Argentina, destacando su presencia en varias zonas sojeras argentinas, vinculándolo a lo que llamó "recomendaciones chatarra".

Actualmente los técnicos de los pools de siembra deben atender grandes superficies de cultivos, pudiendo dedicar poca atención; se ha perdido la recomendación artesanal de recorrer la chacra, observar el enmalezamiento, analizar la situación, determinar la dosis y volver

a recorrer para observar los resultados y tomar medidas complementarias si fuere necesario.

En este mensaje se visualiza una luz roja para Uruguay, ya que muchas de las empresas agropecuarias a que se hacía referencia cultivan grandes superficies agrícolas aquí, y la metodología de trabajo que se aplica es similar, por lo que se deben tomar medidas precautorias, procurando minimizar riesgos en nuestro país.

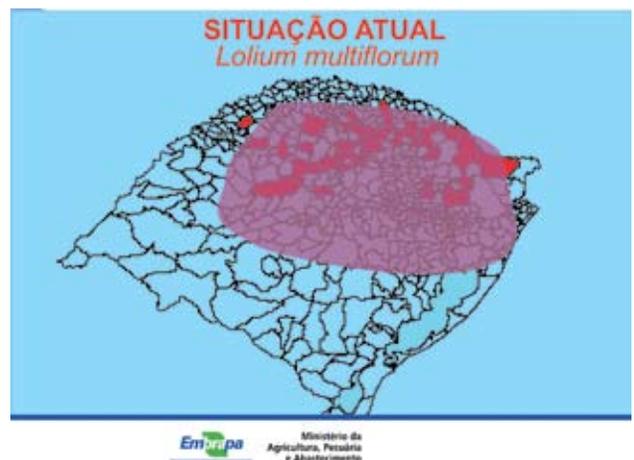
### 2) El raigrás en Río Grande del Sur

En Brasil el raigrás resistente a glifosato se detectó en el 2003. En el año 2005 se encontraba restringido a la localidad de Vaccaria en Río Grande del Sur, ocupando una superficie de 150 hectáreas (ha), y en el 2008 ya ocupaba una superficie de 3 millones de ha, habiendo llegado a los Estados de Santa Catarina y Paraná. Actualmente se estima que ocupa una superficie de 8 millones de hectáreas.

**En Brasil, la información es contundente, la explosión de raigrás resistente en Río Grande del Sur fue de la mano de la comercialización de semilla de los propios productores.**

El problema de la difusión de raigrás resistente asociado a la importación de semilla no es un problema sólo en Brasil; el Dr. Andreu Taberner de España, señaló aquí en Uruguay, que la problemática de raigrases resistentes fue introducida con raigrás proveniente de Australia (Figura 1).

El conocimiento de la comercialización de raigrás importado contaminado con semilla resistente en Chile y España, obliga a tomar acciones inmediatas para tratar de evitar que lo mismo ocurra en Uruguay, por lo cual se debería evaluar la susceptibilidad a glifosato de los materiales que se comercializan en plaza.



**Figura 1** - Mapa de Río Grande del Sur, donde en rojo se señalan las áreas con presencia de raigrás resistente a glifosato año 2008 y en tono más claro su actual difusión. Dr. Vargas, EMBRAPA Trigo.

Se ha evaluado la susceptibilidad a glifosato de raigrás en INASE, en su predio de Ruta 8, y en INIA La Estanzuela, pero esas actividades deberían implementarse sistemáticamente, al menos con los materiales que dada su procedencia presenten más riesgo.

Además, el raigrás puede estar presente como impureza contaminando otras semillas de especies forrajeras, por lo cual se debe analizar el problema y buscar soluciones. Con estas precauciones se está previniendo no sólo la introducción desde el exterior, sino que se controla también lo que se produce en Uruguay.

### 3) Yerba carnícer ( *Conyza spp*) resistente a glifosato en la región

Esta maleza está presente en Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia, además de Uruguay.

En Argentina durante el 2008/2009, esta especie se constituyó en un problema difícil de controlar en los barbechos para cultivos de verano y en el cultivo de soja. Según la opinión de investigadores del INTA Oliveros y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Rosario, esta problemática estuvo asociada a: las condiciones de sequía que afectaron la región, las aplicaciones con plantas de mayor tamaño y estresadas, al uso de subdosis de herbicidas y horarios de aplicación inadecuados.

En definitiva, situaciones similares de manejo de chacra a las mencionadas para sorgo de alepo que se extrapolarían para el caso de la yerba carnícer. No obstante, se está estudiando la susceptibilidad de distintos biotipos, para detectar si hay diferencias en su susceptibilidad a glifosato.

En Brasil, la resistencia a glifosato de las dos especies de yerba carnícer fue constatada a partir del 2005, y es muy preocupante para Uruguay, porque ha sido confirmada su presencia en la frontera que se extiende al norte de Rivera, según se observa en figura 2.

El riesgo cuando existen resistencias fronterizas es muy alto. La situación en Uruguay podría eclosionar de la mano de lo que podría llamarse el "círculo vicioso del mal manejo de las malezas".

## LA PREVENCIÓN DE LA RESISTENCIA EN URUGUAY

### I. Las tareas de Difusión

Desde el año 2000, INIA ha venido atendiendo esta problemática recopilando y generando información. Con este objetivo se han organizado diferentes actividades; en el 2000 se ejecutó un proyecto internacional junto a INIA España, con la colaboración de la Agencia Española de Colaboración Internacional (AECI). Se realizaron tres presentaciones en Montevideo, con la asistencia de más de 100 técnicos.

La misión, en esa ocasión, concluyó que la zona de Mercedes, con alto porcentaje de cultivos anuales, la mayor parte en sistema de siembra directa "presenta un elevado uso de herbicidas totales y este problema se acrecienta cuando en esas mismas chacras se ha introducido la soja transgénica, aplicando dos a tres tratamientos al año sobre las mismas áreas". Asimismo, destacaban que en esta situación la inversión de flora sería un problema a corto plazo y a mediano plazo se aumentaba el riesgo de la aparición de ecotipos de malas hierbas resistentes a estos herbicidas.

En el año 2005, se realizaron varias reuniones de sensibilización organizadas con las gremiales de productores en el área agrícola tradicional en las localidades de Mercedes, Ombúes de Lavalle, Dolores, Carmelo y Young.

En 2005, con financiamiento del Banco Mundial y con la colaboración de AUSID se comenzaron a monitorear las comunidades florísticas en los sistemas de siembra directa del litoral agrícola. En el marco de ese proyecto, en ese año se organizó con la colaboración de FAO, INIA España - AECI; el Seminario-Taller Iberoamericano "Resistencia a herbicidas y cultivos transgénicos" con la presencia de 12 expositores internacionales y con la asistencia de más de 120 técnicos

En el año 2007 en el marco de Seminario de Actualización Técnica "Manejo de Malezas", realizado en Young, se analiza la situación del sorgo de alepo resistente a glifosato en Argentina, se presentan los monitoreos de las comunidades florísticas realizados en el Litoral agrícola y la susceptibilidad a glifosato de raigrás espontáneo en los sistemas de directa en el área de influencia de AUSID.

En el año 2008 se realiza el seminario "Viabilidad del glifosato en sistemas agrícolas sustentables" con la presencia de referentes internacionales, entre ellos, presi-



Figura 2 - Mapa de Río Grande del Sur, donde en negro se señalan las áreas con presencia confirmada de yerba carnícer resistente a glifosato y en tono más claro su área de difusión. Dr. Vargás, EMBRAPA Trigo.



**Figura 3** - Chacra con "monocultivo" de yerba carniceira en Uruguay.

dentos y vicepresidentes de sociedades internacionales de Malherbología, y una importante concurrencia de los países del Cono Sur y de técnicos nacionales. El Dr. Bernal Valverde, International Weed Science Society, Past President, en el cierre del seminario taller decía "Este seminario taller se enmarca dentro de los esfuerzos continuados que procura la prevención y mitigación de la resistencia a herbicidas en malezas importantes en los sistemas productivos del Uruguay.

Esta iniciativa, particularmente en relación con la prevención y manejo de resistencia a glifosato en sistemas basados de siembra directa es única. Se está dando un ejemplo a nivel global. Anticipa de forma organizada y con un nivel técnico y de conocimiento muy elevado, la posible aparición de población de malezas resistentes a este importante herbicida".

En años recientes, se han realizado más de 30 reuniones organizadas en la cuenca lechera con la Asociación Nacional de Productores de Leche y CONAPROLE, y en otras zonas de Uruguay con distintas gremiales y empresas de agroquímicos como Agrotterra-Monsanto, Basf, Bayer, Cultivar-Syngenta, analizando la problemática y actualizando información recabada a nivel nacional y del exterior.

## II. Las prioridades de investigación: monitoreos y susceptibilidad a herbicidas de las comunidades de malezas en las chacras

En los sistemas de siembra directa las aplicaciones de herbicida para el control y el mantenimiento de barbechos limpios definen el éxito de esta tecnología, ya que la eliminación de la vegetación es imprescindible para obtener implantaciones adecuadas y favorecer el crecimiento de los cultivos. El herbicida se constituye así en una herramienta única y fundamental para el productor, determinando la viabilidad del sistema.

A partir del 2005, como ya se mencionó, se comenzaron a monitorear las comunidades de malezas para detectar

cambios en su composición, evaluando su susceptibilidad a aplicaciones de glifosato, manteniendo en observación las situaciones de chacra donde existe sospecha de malezas "tolerantes".

Esta actividad se realiza en los sistemas de siembra directa del litoral, en coparticipación con AUSID y constituyen una fortaleza, porque permiten detectar situaciones "problema" en fases iniciales, minimizando riesgos, ya que se cuenta con la colaboración de productores constanciados con la problemática y están alertas.

En el año 2010 se instalaron 36 experimentos en chacras del litoral, desde Paysandú a Colonia, para determinar la susceptibilidad al herbicida glifosato de las distintas malezas presentes, con especial énfasis en raigrás y yerba carniceira. Los resultados de los mismos serán presentados en próximas actividades.

En definitiva se está trabajando codo a codo con el productor, y es parte del trabajo de PREVENCIÓN que se ha generado desde INIA.

## CONSIDERACIONES FINALES

En Uruguay se deberían estudiar e implementar normativas para:

- Importación de semillas y granos que pueden introducir malezas resistentes.

Tres ejemplos de riesgo: Argentina tiene sorgo de alepo y raigrás resistente.

Brasil tiene raigrás y yerba carniceira resistente.

Australia es líder a nivel mundial en casos de resistencia.

- Contar con protocolos de trabajo para chacras con "especies tolerantes" para extirpar el problema en etapas iniciales de detección.

- Disponer de normativas para las situaciones prediales que impidan la difusión de la maleza resistente a otros predios o localidades.



**Figura 4** - Actividades de difusión realizadas por INIA en el tema Resistencia.

# LANA DE 14,4 MICRAS: NUEVO RECORD DE FARDO ULTRAFINO EN URUGUAY

En el marco del Consorcio Regional de Innovación de Lanas Ultrafinas del Uruguay (CRILUFU), conformado en el mes de diciembre de 2010, se generó un nuevo record de lana ultrafina en el país con un fardo de 14,4 micras, con un peso de 87 kg. Además, se obtuvo el mejor precio en la historia del Uruguay por este producto: US\$ 37,76 /kg base limpia.

Este fardo estuvo conformado por vellones provenientes del Núcleo Genético de la U. E. Glencoe y productores -cabañeros ubicados sobre suelos superficiales del Basalto. Ellos son: Alfredo y Álvaro Fros (establecimiento "Los Arrayanes") y Sylvia Jones e hijos (establecimiento "Los Manantiales").

El Consorcio, es una alianza público-privada integrada por la Sociedad de Criadores de Merino Australiano del Uruguay (SCMAU), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la industria textil (Gremial de Peinadores de Lana) y un grupo de 42 consorciados que involucra a 51 productores.

Con esta iniciativa se busca la producción de lanas ultrafinas (menores a 15,6 micras) en regiones ganaderas extensivas del país en las cuales la producción de lanas diferenciadas y de alto valor tienen una gran competitividad frente a otras opciones productivas. El grupo de consorciados está constituido por productores laneros provenientes, en su mayoría, de la región norte del país, donde se concentra gran parte de la producción ovina del Uruguay.

Es importante destacar, que el Proyecto Merino Fino del Uruguay, iniciativa que finalizó en el año 2008 luego de 10 años de ejecución por parte de INIA, la SCMAU y el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), constituye el antecedente de mayor impacto productivo y social que tiene el Consorcio. Este proyecto contribuyó al aumento significativo de la producción de lanas finas en el Uruguay en el período mencionado: de 40.000 kg de lana por debajo de las 20 micras a más de 1.500.000 de kg. A partir del mismo, un importante y creciente número de productores de lanas finas y superfinas generan este producto en base a un paquete tecnológico validado y adaptado; al mismo tiempo, la industria topista nacional industrializa y paga precios diferenciales en el marco de distintos acuerdos comerciales.

En este sentido, este proyecto a lo largo de 10 años de funcionamiento, promovió la producción de lanas diferenciadas y de alto valor de acuerdo a las demandas de los mercados más exigentes del ámbito internacional.

Un componente importante del Consorcio es el Núcleo Genético ubicado en la Unidad Experimental "Glencoe"



perteneciente a la Estación Experimental de INIA Tacuarembó. Este Núcleo está integrado por 500 vientres, sus reemplazos y carneros de alto mérito genético. El Núcleo de ovejas elite produjo, en la zafra 2009 – 2010, lanas con un diámetro promedio de 15,7 micras; son animales que tienen un peso promedio superior a 50 kg y producen más de 4 kg de lana total/cabeza.

Estos animales, a su vez, son seleccionados y multiplicados, distribuyéndose entre los consorciados y otros interesados. En este último caso, se utilizan diferentes mecanismos comerciales y de responsabilidad social a través de los cuales los productores familiares pueden acceder mediante proyectos específicos vinculados al fomento del desarrollo y la inclusión social en el ámbito rural.

Cabe destacar, que estos logros obtenidos por el Proyecto Merino Fino del Uruguay se complementan y comparten con aquellos logrados por el Club del Merino Fino, liderado por Central Lanera del Uruguay (CLU). Esta cooperativa informa que, en esta zafra, recibieron 986 kg de lana por debajo de 14,5 micras, generando beneficios de 1,4 millones de dólares a los integrantes del Club en los últimos 10 años.

El Consorcio tendrá como cometidos el coordinar y articular capacidades entre productores, industria textil - lanera y organizaciones científico - tecnológicas para promover el desarrollo sostenible de la producción, industrialización y comercialización de lanas ultrafinas en el Uruguay. En esta iniciativa se contemplan aspectos de innovación, competitividad, desarrollo de capital humano, integración y cooperación entre los actores del agronegocio así como la demanda de los mercados consumidores y el desarrollo regional atendiendo el cuidado de los recursos naturales y mecanismos de inclusión social.



#### Temas Institucionales 11

### **POLÍTICA INTEGRADA DE COMUNICACIÓN, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y VINCULACIÓN TECNOLÓGICA**

**Editor:** Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

**N° páginas:** 72

**Agosto 2010**

Teniendo en cuenta la necesidad de integrar diversos procesos que desarrolla la institución, se consideró pertinente alinearlos en una propuesta integrada. De esa forma surgió la Política integrada de Comunicación, Transferencia de Tecnología y Vinculación Tecnológica, que tiene como objetivo "promover e integrar estos procesos con los de generación de conocimientos, desarrollos tecnológicos y servicios institucionales, contribuyendo al cumplimiento de la Misión, Visión, Objetivos y Directrices Estratégicas", apuntando a mejorar el impacto de las actividades de INIA con sus públicos objetivo.



#### Serie Técnica 184

### **PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CALIDAD DE VERDEOS DE INVIERNO Y OTRAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN OTOÑO-INVERNALES**

**Autor:** Francisco Formoso

**N° páginas:** 124

**Diciembre 2010**

En esta publicación se analiza la inserción de los verdeos invernales en sistemas intensivos de producción, la variabilidad productiva estacional, fechas adecuadas y modalidad de siembra, la calidad, la respuesta a la fertilización nitrogenada y los criterios de utilización de forraje.

Constituye un aporte que permite evaluar la importancia de una adecuada implantación y manejo de verdeos en un sistema de rotación forrajera.



#### Serie Técnica 188

### **MANEJO DE MEZCLAS FORRAJERAS Y LEGUMINOSAS PURAS. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE. EFECTOS DEL ESTRÉS AMBIENTAL E INTERFERENCIA DE GRAMILLA (*Cynodon dactylon*, (L) PERS)**

**N° páginas:** 312

**Marzo 2011**

Se estudia una amplia diversidad de opciones forrajeras, tanto de mezclas de gramíneas y leguminosas como de leguminosas puras., la respuesta de las mismas ante diversas prácticas de implantación, fertilización y manejo, el manejo previo de los rastrojos y la incidencia de la gramilla sobre su productividad y persistencia.

Es un material de consulta que permite evaluar la adecuación de distintas mezclas en los diversos sistemas forrajeros.



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

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

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

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

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

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

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

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

