

REVISTA N° 37 - JUNIO 2014  
ISSN - 1510 - 9011  
CORREOS DEL URUGUAY  
FRANQUEO A PAGAR / Cuenta N° 1010/2



100 AÑOS  
INIA LA ESTANZUELA

# Sumario



Nuevas estrategias de suplementación invernal en ganadería.

## INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

JUNTA DIRECTIVA

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

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

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

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

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

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

**Fotografías:**  
Edison Bianchi, Amado Vergara

**Realización Gráfica y Editorial:**  
Aguila Comunicación y Marketing  
Tel.: 2908 8482, Montevideo.  
**Edición:** Junio 2014 / N° 37  
**Tiraje:** 27.000 ejemplares.  
**Depósito legal:** 334.686  
Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores.  
La Revista INIA es una publicación de distribución gratuita del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.  
Oficinas Centrales: Andes 1365 Piso 12 Montevideo C.P.11700, Tel.: 2902 0550  
**E-mail:** [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)  
**Internet:** <http://www.inia.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 37 / Junio 2014

### EDITORIAL

1

### INIA POR DENTRO

- El centenario de una siembra productiva 2
- Las bases de la competitividad en lechería 7
- Directriz estratégica institucional: capacitación 11

### PRODUCCIÓN ANIMAL

- Manejo de la alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural 14
- Alimentación en sistemas ganaderos intensivos de producción de carne 19
- Suplementación invernal infrecuente de terneros sobre praderas 25
- Manejo de la recría en los tambos 32
- Consideraciones sobre el manejo de varroosis 36

### PASTURAS

- El Capim Annoni continúa avanzando en la región noreste 40

### CULTIVOS

- Avances en el manejo de la fusariosis de la espiga en trigo 43

### HORTIFRUTICULTURA

- El decaimiento del peral 51

### FORESTAL

- Variación estacional de escarabajos de corteza de pino en Uruguay 55

### NOTICIAS

- Caracterización agroclimática del Uruguay: 1980 - 2009 59
- Proyecto de desarrollo de tecnologías apropiadas para la Producción Familiar 61
- Curso de introducción a la bioinformática 63
- Noticias institucionales 65

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



# EDITORIAL

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

Es grato saludarlos y poder hacer una puesta a punto de los avances de las metas planteadas para este año. Pocas semanas atrás celebramos en INIA La Estanzuela los 100 años de la llegada del Dr. Alberto Boerger, acompañados de autoridades nacionales e internacionales y representantes de la institucionalidad agropecuaria de nuestro país. Esta celebración sirvió para poner en perspectiva la evolución que ha pautado esta historia, construida por gran cantidad de hombres y mujeres que supieron mantener fieles los valores esenciales, y que hoy nos impulsan para cumplir con las exigencias actuales. ¡Por eso entendemos que el INIA tiene 25 años de vida pero 100 años de profusa historia!

Lo que festejamos es la llegada del Dr. Alberto Boerger el 5 de marzo de 1914 a lo que hoy es INIA La Estanzuela y la fértil trayectoria generada a través de esa llegada. En 1919 se transformó en el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional que de alguna manera ya reflejaba la creciente productividad. En 1961 se convirtió en el Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, ya dando honor a la relevancia científica de este investigador en el país, y hacia fines de 1970 se dio una profunda actividad de regionalización y de reimpulso de las estaciones experimentales.

Podemos afirmar de manera contundente que esta ha sido una institución con capacidad de aprender de su historia, manteniendo una estrecha articulación con el sector productivo y con una visión prospectiva. El desafío permanente ha sido trabajar para una intensificación sustentable, el poder conjugar de manera armónica estas dos palabras que parecen contradictorias, pero que se pueden compatibilizar con conocimiento. Sólo con conocimiento científico local de alta calidad podremos seguir aumentando la productividad y generando desarrollo local, con el correcto cuidado de los recursos naturales e inclusión social.

Es en esta línea que se están fortaleciendo áreas de trabajo necesarias para el mejor cumplimiento de esta consigna: campo natural, como principal recurso natural sobre el cual se asienta buena parte de nuestra producción; riego, clave para estabilizar la productividad de los sistemas productivos y salud animal. En pocas semanas estaremos presentando la plataforma de Investigación en Salud Animal, dando así cumplimiento a lo previsto en la ley de creación de INIA, que establecía cometidos en materia de investigación veterinaria. Estamos convencidos que este desarrollo permitirá fortale-



cer las capacidades en producción animal, permitiendo una mejor expresión de su potencial en los diversos sistemas productivos.

El contexto de oferta de investigación del país se ha transformado profundamente, hoy tenemos una serie de instituciones estatales, privadas y universidades que aportan conocimiento. Por lo tanto el eje de trabajo y proyección futura debe ser la generación de trabajos interdisciplinarios, generación de consorcios, trabajo en red y plataformas que permitan explotar al máximo este conocimiento científico que hoy tiene el país, en pos de buscar soluciones y capitalizar oportunidades para el sistema agropecuario.

INIA debe ser un activo movilizador de esas plataformas, con un accionar nacional pero relacionadas con el mundo, formando recursos humanos, con capacidad prospectiva y con alta vinculación con el sector privado.

El énfasis está en la capacitación, para garantizar que nuestros colaboradores estén en las mejores condiciones para aportar respuestas a los complejos problemas y oportunidades del sector agropecuario. Apostamos a una institución que promueva y valore la generación del conocimiento, que promueva la creatividad, pues tenemos la firme convicción de que los logros institucionales dependen de la calidad de su gente. Una institución no va a ser nunca más que la calidad de su gente y la celebración a la que referíamos en este editorial lo corrobora. Es una siembra permanente que permitirá las futuras cosechas.



# EL CENTENARIO DE UNA SIEMBRA PRODUCTIVA

El pasado 24 de abril tuvo lugar el evento central de la celebración de los 100 años de La Estanzuela. Participaron del acto autoridades nacionales y departamentales, senadores y diputados, Ministros de Cono Sur (CAS), instituciones mandantes de INIA, diversas delegaciones internacionales, procedentes de Rusia, Nueva Zelanda, España, Irlanda, Paraguay y Argentina. También se hicieron presentes representantes de instituciones amigas, integrantes del Consejo Asesor Regional de La Estanzuela y otras Estaciones, funcionarios y

ex funcionarios, productores, técnicos y periodistas de medios nacionales y extranjeros, quienes colmaron el flamante salón de actos.

El director de INIA La Estanzuela, Ing. Agr. Enrique Fernández dio la bienvenida institucional y se congratuló de la numerosa y calificada concurrencia.

En su alocución recordó los inicios de La Estanzuela hace un siglo, cuando a nivel político se debatían las estrategias para mejorar la productividad agropecuaria, en el contexto desarrollista que se gestaba en Uruguay de principios del siglo XX.

Con la convicción de que la transformación a un sistema más intensivo pasaba por fomentar el desarrollo científico-tecnológico, se promovió la llegada al país del Dr. Alberto Boerger, recordó Fernández. Destacó la importancia de los logros obtenidos en La Estanzuela en pocos años, a través de la implementación de programas de mejoramiento genético que permitieron obtener variedades de trigo con impacto regional, consolidando al Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional, en el primer centro estatal de experimentos fitotécnicos de América del Sur.

Durante su disertación enumeró algunos de los logros de la estación experimental durante sus 100 años, variedades de cultivos y pasturas, medidas de manejo y el permanente objetivo de mejorar la producción conservando los recursos naturales. Mencionó que se habían generado 49 cultivos forrajeros para distintos ambientes en sistemas de producción animal. Otro de los hitos reseñados, fue el ensayo de rotaciones cultivos-pasturas, que está cumpliendo 50 años ininterrumpidos de generación de datos, lo que lo convierte en uno de los ensayos agropecuarios más antiguos del mundo.

“El claro objetivo a lo largo de toda esta trayectoria ha sido la constante búsqueda de intensificar los sistemas productivos pero mirando el todo, el negocio en su concepción más amplia”, mencionó Fernández.





Avalando este concepto, dijo que la competitividad futura de los sistemas de producción no se basará en las ventajas comparativas (clima y suelos) sino en ventajas competitivas construidas en base a agregado de valor, calidad e inocuidad de producto, pero manteniendo los recursos naturales y sus servicios. “Estos son los desafíos que afrontamos y que precisan de la generación de conocimiento para promover la innovación, concebida como conocimiento incorporado con derrame a la sociedad”.

El director de INIA La Estanzuela manifestó que el recurso más importante de la institución es su gente, y destacó a la capacitación permanente como la principal prioridad para poder competir. “Otra clave es la generación de alianzas, integrando recursos para explorar nuevas oportunidades”, agregó Fernández. En ese sentido, mencionó los diversos convenios con sociedades de productores, y organizaciones nacionales y del exterior que permiten atender este objetivo.

Al final de su repaso por las distintas etapas atravesadas: la llegada del Dr. Boerger al país, la creación del CIIAAB en la década del '60, la regionalización en la investigación agropecuaria, y la consolidación de INIA como motor en los últimos 25 años, Fernández instó a volver a las bases, tomando al cambio como una constante que se debe considerar para adaptarse a los desafíos y mantenerse en la vanguardia de la investigación científica en el país.

El ex canciller Enrique Iglesias envió un mensaje grabado en el que evaluó el impacto de la investigación en nuestro país. Mencionó que su primer contacto con

ella fue en la década del '60, trabajando para la CIDE. Recordó el énfasis de este programa para promover las exportaciones, y a la investigación agropecuaria como estandarte de la política de estado. Afirmó que la ley de creación de INIA marcó la vocación nacional por la investigación, siendo un hecho del que hay que enorgullecerse.

Mencionó la preocupación por el ambiente y la necesidad de conservar los recursos con un concepto de sustentabilidad y la preocupación por el futuro de los recursos, y cómo la evolución de la tecnología en el país ha demostrado la capacidad de recoger el reto.

Iglesias refirió a la importante inversión extranjera y el ingreso de China en el mercado de consumo mundial como dos hechos trascendentes de la última década, que han permitido un incremento muy importante de la capacidad exportadora del país, sustentada en los conocimientos generados.

“Estos últimos 10 años fueron revolucionarios por la expansión, diversificación de productos y mercados lo que exige consolidar políticas de innovación agrícola con lineamientos estratégicos que permitan estabilidad por encima de los partidos”, analizó.

Iglesias afirmó que la agricultura abrió las mentes, pero quedan aun desafíos, sugiriendo su abordaje en colaboración con organizaciones internacionales con esfuerzos compartidos, principalmente en el sur.



Entrega de álbum de fotos de familiares y ex funcionarios de La Estanzuela.



Descubrimiento de placa conmemorativa.

El Prof. Gerardo Caetano hizo una reseña sobre los momentos y transiciones históricas sociales e institucionales desde 1914 a la fecha. Recordó a los pioneros que iniciaron el proceso, “son 100 años de vínculo estratégico entre la investigación y el desarrollo como motor, apostando a la innovación vinculada con la matriz productiva, construyendo competitividad.

Hay una revolución productiva en el sector agropecuario de la que no somos totalmente conscientes, que tiene como una de sus usinas a la generación del conocimiento”, dijo Caetano.

Mencionó que los grandes temas deben tener proyección en el tiempo, con una visión estratégica que trascienda periodos de gobierno, y el caso de la investigación en ciencia y tecnología, y su vínculo estratégico con la producción, es uno de los pilares de esta concepción.

Recordó que hace 100 años el desafío era crear un complejo científico-productivo, y la ley creadora de estaciones agronómicas fue un hito, estableciendo el vínculo entre la generación de conocimiento y una producción basada en ciencia y tecnología. “Este proyecto continúa siendo inspirador, pero exige una fidelidad a esos 100 años de historia. En este sentido, INIA ha sido fiel continuadora de la inspiración de La Estanzuela de hace un siglo, y ha sabido encontrar caminos para responder a las demandas de un tiempo nuevo”, mencionó Caetano.

“La clave para el desarrollo consiste en unir aquellas raíces con el presente de transformaciones, manteniendo la identidad... La capacidad de innovación en ciencia y tecnología es el fundamento básico para el salto al desarrollo... Se necesita un Estado calificado en capacidad científica y un sector demandante, ese es el verdadero camino al desarrollo”, concluyó Caetano.

Al hacer uso de la palabra, el ministro interino de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ing. Agr. Enzo Benech, aludió a la articulación de la investigación con la política pública y la construcción que se dio entre estas dos vertientes durante 100 años.

Puso como ejemplo la instalación del ensayo de rotaciones, que ha generado información solvente y sólida para que 50 años después se pudiera implementar el plan de uso y manejo de suelos por parte del ministerio. “La sustentabilidad se basa en información y compromiso político y este ensayo de rotaciones es un claro ejemplo”, ratificó Benech.

Recordó cómo se ha posicionado el país en la producción agropecuaria a través de la investigación y adaptación. Comentó que “el dinero invertido en investigación es un excelente negocio”, y agregó que los propios productores al definir sus prioridades reconocen el retorno que genera el conocimiento.

Señaló que Uruguay actualmente es un buen productor de alimentos para un mundo que ha cambiado, pero quedan pendientes algunos temas de investigación que se han incorporado a la agenda de INIA en su último plan estratégico: riego y uso del agua para una producción sostenida, adaptación al cambio climático, campo natural y salud animal. Finalmente, Benech exhortó a seguir profundizando el relacionamiento con el resto de la institucionalidad para lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos en el país y de la región, a través de proyectos compartidos.

El cierre de la actividad estuvo a cargo del presidente de la Junta Directiva de INIA, Ing. Agr. Álvaro Roel, quien destacó que esta trayectoria de 100 años fue posible gracias a la cantidad de personas que mantuvieron a lo



Ministros de Agricultura del Cono Sur presentes en el evento.



A 100 años de la llegada del Dr Boerger, lo más importante, otra vez, es la gente, eso es lo que estamos festejando hoy, no estamos festejando que cumple 100 años un edificio o un laboratorio, o los 100 años de un descubrimiento, lo que estamos festejando es el liderazgo realizado por actores políticos y científicos que trazaron el camino.



largo de esta historia los valores de los fundadores de la institución, a través de una permanente siembra.

“La Institución celebra 100 renovados y fecundos años, caracterizados por su permanente evolución y transformación, recorriendo innovaciones institucionales para adaptarse y aún anticiparse, a los cambios sociales, económicos, ambientales, tecnológicos, políticos, e institucionales del contexto. Esta es una Institución que aprende de su historia, que pudo consolidar su identidad a través de la permanente reevaluación de su misión, orientando su accionar a las exigencias de los distintos momentos. Esto fue posible por una política sostenida en relación a la investigación agropecuaria, como política de estado, con una inversión comparable a la de algunos de los países más desarrollados”, afirmó Roel.

Apeló a que se debe hacer una justa valoración de la trayectoria de investigación científica con capacidad de proyección, manteniendo los valores que han permitido el desarrollo, el conocer la historia con perspectiva.

Recalcó el modelo de innovación institucional de co-gestión y co-financiamiento de INIA, que le permiten ser una institución orientada a resolver problemas y capitalizar oportunidades en estrecho vínculo con el sector agropecuario, descentralizada y sometida a evaluación permanente.

“Estos 100 años de progreso institucional se proyectan en las distintas regiones, junto a las otras estaciones experimentales que conforman el INIA en todo el país”, destacó.

“El actual contexto encuentra a la institución con capacidad de repensarse, con su accionar basado en tres

ejes: capacidad productiva, sustentabilidad ambiental e inclusión social”, dijo Roel.

Mencionó que el desafío consiste en poder combinar la intensificación con la sustentabilidad, para solidificar la competitividad del sector y generar desarrollo genuino. “Hoy estamos en un mundo más urbano, con más presión sobre el sector agroalimentario, lo que requiere de un enfoque multidisciplinario para dar cuenta de estas demandas”. Aludió a la necesidad de construir plataformas y consorcios para interactuar con el resto de las distintas instituciones que investigan; en ese sentido, apeló a la capacidad de INIA para movilizar plataformas, mediante una adecuada articulación y una visión prospectiva, poniendo como un eje básico la formación de recursos humanos.

Roel se refirió a la hoja de ruta definida hacia un nuevo modelo organizacional, adecuando el perfil del instituto a la necesidad del país, destacando especialmente la inversión de U\$ 10 millones destinada a cofinanciar pro-

Las cosas no empiezan ni terminan con esta Junta Directiva, hay un largo camino andado...

Hoy nos toca cosechar lo que otros sembraron y sembrar para que otros cosechen.

yectos con otras instituciones mediante los fondos de FPTA e Innovagro, lo que permite fomentar una masa crítica en investigación.

Aludió además a la participación de los Consejos Asesores Regionales, en las distintas estaciones experimentales, que constituyen un cable a tierra de la institución en el territorio.

“La visión de trabajo es la internalización y la internacionalización. A nivel interno se trata de profundizar el relacionamiento con el Sistema Nacional de Investigadores y el sector privado, y a nivel internacional lograr acuerdos con instituciones que permitan acceder a la frontera del conocimiento.” afirmó Roel, mencionando que la apuesta en investigación es dar un salto cualitativo, para transformarse en activo exportador de conocimiento.

“Lo más importante es la gente, se celebran 100 años de liderazgo, de actores políticos y científicos que permitieron transitar el camino. Los logros dependen de la calidad de la gente, por lo tanto hay que seguir sembrando y fomentando liderazgo, esa es la razón de ser, el ADN institucional. Se debe seguir construyendo conocimiento para promover la innovación y que esta se pueda transformar en bienestar”, concluyó.



Entrega de plaqueta por parte de autoridades de INTA, Argentina.



Durante el evento se presentó un documental sobre el libro “Un siglo de investigación agropecuaria, 1914-2014. INIA de cara al futuro”, que resume 100 años de aportes.

Este libro fue elaborado bajo la coordinación editorial y autoría del Ing. Agr. Mario Allegri, ex funcionario, quien ocupó varios cargos de importancia y al presente se desempeña como secretario de la Fundación Alberto Boerger. El libro fue entregado a los asistentes al finalizar el evento.

Se puede descargar desde [www.inia.uy](http://www.inia.uy).





# LAS BASES DE LA COMPETITIVIDAD EN LECHERÍA: Destacados INIA 2014

El 11 de junio se desarrolló en INIA La Estanzuela la jornada “Las bases de la competitividad en lechería”, seguida por más de 500 participantes, tanto en forma presencial como virtual, a través de internet, en distintos países. La importancia del sector y la disponibilidad de información actualizada generada desde el Programa Nacional de Producción de Leche, fueron los determinantes para decidir la inclusión de esta actividad en el marco del Ciclo Destacados INIA.

En la bienvenida, el Ing. Agr. Enrique Fernández, Director Regional, junto a tres integrantes del CAR de La Estanzuela, hicieron un breve resumen de la evolución del sector lácteo y el fuerte vínculo de la estación experimental con el mismo, a través de la generación de información. Fernández destacó la lógica de sistema productivo que se había mantenido en el momento de

definir el programa de la actividad, con tres módulos: la evolución de los sistemas de producción y el cuidado del ambiente en un modelo de intensificación, los principales componentes del aumento de productividad a nivel predial y el agregado de valor en el sector.

Por su parte, el Ing. Agr. José Silva, Director Nacional, remarcó la importancia del Ciclo Destacados INIA como una propuesta innovadora implementada por el instituto para debatir información para el sector productivo, con temas de actualidad, amplia convocatoria y con la participación de expositores nacionales e internacionales, vinculados a distintas instituciones. Mencionó asimismo el fuerte relacionamiento de la institución con el sector productivo, como un modelo de integración plasmado en la conformación de los Consejos Asesores Regionales, aludiendo además a que la competitividad de toda

cadena productiva se basa en la construcción del negocio mediante la integración de las capacidades de las múltiples instituciones. La organización de la jornada, dijo, constituye un ejemplo de un sector capaz de consolidar una plataforma de integración de ideas, con los aportes de los diversos actores del mismo.

El módulo sobre sistemas de producción y desafíos ambientales fue inaugurado por el Ing. Agr. Alejandro La Manna, Director del Programa de Producción de Leche de INIA, quien repasó el camino tecnológico recorrido por la investigación. La oportunidad fue propicia para conocer la propuesta de INIA de llegar a los 18.000 litros de leche por hectárea o 1250 kg de sólidos por ha.

Para llegar a esta propuesta, es necesario recorrer un trayecto de creciente complejidad. Mencionó que el aumento consistente de productividad se ha basado en cinco variables: rotaciones forrajeras, el uso de reservas forrajeras, uso de concentrados, dotación y productividad por vaca. Sobre estas cinco bases se trabajó en los sistemas lecheros hasta el año 2002. El crecimiento en niveles de producción por hectárea se logró por una mayor carga manejada por área de pastoreo, mediante una mayor productividad de la pastura y mayor eficiencia individual en la producción de leche (más litros por vaca masa).

Desde el 2002, el foco se ha puesto en la simplificación del sistema y en la disminución de costos productivos. En ese sentido, se disminuyó el porcentaje de verdeos anuales, mediante renovación de praderas y se bajó el uso de fertilizante nitrogenado a través de una más eficiente fijación biológica con el uso de leguminosas. Se ha incrementado el largo de la rotación de pasturas, llegando a 6 años. Las cargas manejadas se han aumentado hasta llegar a 1,4 vacas/ha, mencionando la importancia del silo de maíz importado desde fuera del predio para posibilitar ese incremento. En estas condiciones, la producción esperada llegaría a los 12.500 litros/ha, basada en una dieta compuesta en un 50% por pasturas, 25% de reservas y 25% de concentrado.

La Manna comentó que para poder mantener este crecimiento de manera sostenible la clave es maximizar la productividad y aprovechamiento de la pastura. Otra estrategia que se ha venido implementando es el encierre durante la lactancia temprana, lo que de acuerdo a los datos experimentales permitiría aumentar la productividad en un 26% a lo largo de la lactancia. Para ello se usan potreros sacrificio, pero la tendencia es avanzar en el diseño de instalaciones que mejoren la eficiencia de alimentación, y que permitan mejores condiciones de bienestar animal e impidan la lixiviación para un mejor cuidado del ambiente.

Mayor uso de ración y reservas, aumento de carga, aumento de la complejidad en la gestión del negocio y mayor nivel de inversión son las variables que han pautado la intensificación de los sistemas lecheros. Dos

preocupaciones crecientes son el bienestar animal y el cuidado del ambiente, las que se presentan como desafíos a encarar en los actuales sistemas productivos, concluyó La Manna.

Pablo Chilbroste, profesor de la EEMAC, Facultad de Agronomía, presentó una importante base de datos de 400 productores de Conaprole donde aquellos más destacados ubicaban sus cargas en 1,34 de vaca masa/hectárea con producciones de algo más de 20 litros por vaca y por día. Fue posible ver que los tambos más destacados o con mejor performance tienen cargas más elevadas y producciones individuales también altas. Utilizan mejor sus pasturas, generando una mejor eficiencia de consumo de pasto.

Del análisis de la base y comparación de los productores de alta y más baja producción surge que no hay grandes diferencias en cuanto a la dieta por vaca en términos de composición, pero sí se evidencian diferencias en la composición de la alimentación por hectárea. Otro elemento consistente es el mejor resultado económico en los predios con mayor productividad, lo que corrobora los resultados de la investigación en predios comerciales. Por su parte, en la medida que se intensifica el sistema, disminuyen los impactos negativos en el ambiente, debido a que la mayor producción de forraje implica una mayor fijación de carbono orgánico en el suelo.



Concluyó que es necesario explorar modelos que mantengan una alta carga con buena productividad individual, considerando la calidad de vida del productor y su familia, el bienestar animal y el cuidado del ambiente. Sugirió además cambios en el modelo de investigación a través del trabajo multidisciplinario, con mayor uso de la modelación, con un trabajo en red y validación comercial de los datos.

En el segundo módulo de la jornada, destinado al tema Productividad, el Ing. Agr. Alejandro Mendoza disertó sobre la importancia de una adecuada recría en el tambo. Las metas planteadas fueron lograr una edad más temprana al primer parto, con un peso adecuado, considerando que este es el 85% del peso adulto de la vaca. El objetivo sería llegar a ese primer parto con 530 kg, lo que implica una ganancia de peso diaria de 800 gramos durante la fase de recría, hasta el primer parto. Estas, dijo Mendoza, son metas que se deben fijar con antelación en el sistema.

El impacto consistiría en un menor número de reemplazos necesarios con el consecuente aumento del área de pastoreo destinado a las vacas en producción. Para lograr las ganancias de peso propuestas se debe tener en cuenta que por cada aumento de 0,5% en la oferta de pasturas a las vaquillonas se aumenta 130 gramos de peso diarios. Otra opción es el manejo en confinamiento con el uso de suplementos con un buen balance de proteína, concluyendo en que para lograr las ganancias planteadas la dieta debe tener al menos 17% de proteína.

Otra alternativa que se está validando es el aumento en el volumen de leche en la cría de la ternera, llegando a los 8 litros diarios, con disminución en el uso de concentrados.

De acuerdo a los primeros resultados, esto permitiría una recría más rápida, con disminución de la edad y el peso requeridos para llegar a la pubertad.

Las interrogantes que se plantean hacia adelante son: la interacción de la alimentación en las distintas etapas de crianza y el impacto que esto tiene en la reproducción y salud de la vaca adulta. El objetivo final en toda recría, que generalmente no es un tema prioritario en la gestión de los tambos, debería ser la búsqueda de un adecuado crecimiento y desarrollo del animal, y de su glándula mamaria. El plazo para alcanzar este objetivo debería ser el más corto posible, sin comprometer la salud o la producción futura, concluyó Mendoza.

El Ing. Agr. Yamandú Acosta abordó el rol de la alimentación y el manejo en la intensificación. El nivel de consumo y la densidad energética de la dieta, afirmó Acosta, son las variables que terminan definiendo el potencial productivo a desarrollar por la vaca durante su lactancia. En esta línea se está trabajando en la búsqueda de alternativas para aumentar la productividad mediante el mayor uso de pasturas, manejando tres tratamientos: uno solo

a pastura, otro con encierro y el tercero como una combinación de ambos. En términos relativos, en el tratamiento con encierro las vacas produjeron 40% más que solo a pasto y en el tratamiento combinado 20% más, durante el periodo de alimentación diferencial que abarcó entre 80 y 120 días. En el periodo residual estas diferencias se atenúan, por lo que en el total de la lactancia esa alimentación diferencial mantenida durante 3 a 4 meses se refleja en un aumento de productividad de entre 18 y 26%.

Otro tema de atención es el confort de la vaca, para lo cual se debe definir una "agenda diaria", ya que el animal responde al ambiente y su entorno. El desvío de esta rutina puede implicar una pérdida de producción. Las vacas más productivas tienen un mayor desafío de descanso y cuanto mayor confort tengan mayor es su potencial.

La vaca en producción tiene una alta y bastante "rígida" demanda por descanso echada, la que tiende a satisfacer aún a costa de tiempo de "comida". Los descansos más prolongados están asociados a mayor y más efectiva rumia (mayor digestibilidad, menor acidosis), mejor flujo sanguíneo a la ubre (más sólidos lácteos) y menor presión sobre las patas. Afirmó que la "agenda diaria" ideal de la vaca debería incluir por lo menos 12 a 14 horas de descanso. Los tiempos de comida/descanso están muy vinculados, por lo que factores de manejo que interfieren con el descanso terminan afectando también el tiempo de consumo de alimentos.

La última disertación del módulo estuvo a cargo del Ing. Agr. Félix Gutiérrez, sobre el uso de pasturas en el tambo. Remarcó el aumento relativo del uso de forrajeras anuales con respecto a praderas plurianuales en los sistemas lecheros del país, analizando además el potencial productivo de rotaciones de tres años con respecto a las de cinco años. Mencionó, en base a datos experimentales, que el volumen producido en rotaciones cortas supera en 30% al de rotaciones más extensas con praderas que ya a partir del tercer año decaen en su productividad.

Gutiérrez aludió a la importancia de la persistencia como factor diferencial en el abaratamiento del costo forrajero y a la importancia del manejo. Como conceptos sugirió la definición de la rotación a usar y mantenerse en su secuencia. En ese sentido, se debe prever la siembra temprana de verdes invernales para lograr un mayor periodo de aprovechamiento. Otro factor en el que se está trabajando es en el uso de especies perennes estivales (megatérmicas) en pequeñas áreas estratégicas, preferentemente bajo riego, para aumentar de forraje en los meses de verano y comienzos de otoño.

En cuanto a gramíneas invernales mencionó la mejora de calidad de los nuevos cultivares de Festuca y Dactylis y su mejor resistencia a enfermedades.

Como reflexiones finales, destacó la abundante información forrajera disponible para uso en predios leche-



ros, siendo importante el diseño de paquetes tecnológicos para cada pastura y para "cada productor". Las pasturas, concluyó Gutiérrez, constituyen la base para los sistemas de menor costo, y su buen uso es el pilar de esa competitividad.

El último módulo de la jornada estuvo relacionado a "Calidad y agregado de valor".

Sergio García, profesor de la Universidad de Sidney, Australia, disertó sobre los desafíos futuros de los sistemas intensivos de producción. Comenzó realizando un paralelismo entre los sistemas productivos de Uruguay y Australia, en cuanto a productividad. El australiano es un esquema con fuerte base pastoril, en el que la productividad de los mejores tambos se basa en la carga animal manejada y en la eficiencia en la producción y utilización de pastura. La consigna es: más forraje producido y consumido equivale a menores costos.

Se refirió luego a los avances que se han realizado para mejorar la eficiencia en el uso de la mano de obra, considerando que la mayoría de los tambos son manejados por los propios dueños, con una alta carga horaria y en situaciones de estrés creciente.



El costo de mano de obra por litro producido continúa aumentando y en ese sentido mostró ejemplos de robotización en el ordeño a efectos de disminuir las actividades repetitivas, facilitar el manejo y permitir más tiempo para una gestión efectiva del predio. El tiempo es el factor más limitante en el manejo de los sistemas lecheros y la tecnología aparece como clave, tanto por facilitar los trabajos como para transformar datos que se relevan en información de uso.

Gabriel Bagnato, secretario ejecutivo de INALE, disertó sobre mercados, mostrando la dinámica del sector. Remarcó que el crecimiento verificado en los últimos 5 años ha llegado a ser del 8%, con una facturación en dólares que multiplica por siete a la obtenida 10 años atrás. Más del 70% de la leche producida se destina a exportación. El crecimiento de la población mundial y el incremento del poder adquisitivo muestran un escenario de creciente demanda por proteína animal y estos cambios en el consumo son más perceptibles en los países asiáticos. En ese sentido, destacó que la oportunidad por el lado de la demanda es clara, y la capacidad de captar parte de ese crecimiento estará dada por la competitividad que desarrolle el sector en el futuro, a lo largo de todos los eslabones de la cadena.

Uruguay tiene de los costos productivos más bajos del mundo, debido a la alta proporción de pasturas en la dieta, lo que le confiere una importante fortaleza, el otro aspecto es el potencial para producir productos con mayor valor agregado. En lo que refiere a incorporación de tecnología a nivel industria, mencionó que no aparece como un factor en el que se pueda ganar competitividad a nivel de mercado internacional, ya que existe una gran concentración de la oferta en manos de importantes empresas multinacionales. Las principales líneas se orientan a productos benefactores para la salud (lácteos funcionales): apoyo inmunológico, beneficiosos para el sistema digestivo, etc.

Como conclusiones generales de su exposición subrayó que el mercado va a demandar más lácteos por incremento de la renta y de la población, y para posicionarse de manera competitiva frente a esta situación se requiere mantener costos de producción comparativamente bajos con nuestros competidores y avanzar desde la producción (investigación), para mejorar atributos de los productos lácteos.

El cierre de la actividad estuvo a cargo del Vicepresidente de la Junta Directiva de INIA, Dr. José L. Repetto, quien manifestó que la institución está abocada a incrementar la capacidad de investigación en temas lecheros para acompañar el dinamismo del sector. Repetto afirmó que hay que tener la capacidad de suministrar información de creciente complejidad, investigar más y generar una investigación de mucha calidad, concluyó.

Información adicional sobre esta jornada se puede encontrar en [www.destacados.inia.org.uy](http://www.destacados.inia.org.uy)

# DIRECTRIZ ESTRATÉGICA INSTITUCIONAL: CAPACITACIÓN

INIA tiene entre sus directrices estratégicas la de “incentivar el desarrollo integral de los colaboradores, para gestionar la estrategia de la organización y adaptarse a los cambios del entorno”. Esto determina que la profundización de los planes de capacitación y formación continua sea uno de los ejes de acción institucional. El instrumento para lograr este objetivo es el plan de capacitación de largo plazo, el que permite administrar la planificación y actualizar a los profesionales universitarios en centros de referencia internacional.

Para ello se ha creado un fondo especial para el período 2010-2015 con el fin de financiar las capacitaciones de posgrado y actualizaciones técnicas de los profesionales que revistan en la institución, como parte de una política consistente y sistemática de desarrollo de capital humano.

En base a esta política institucional resumimos la experiencia de tres investigadores de INIA.

## Ing. Agr. Pablo Rovira Sanz

La inocuidad de carnes se define como la ausencia de peligros biológicos (bacterias, virus, hongos), químicos (residuos de antibióticos o drogas veterinarias, contaminantes ambientales) y/o físicos (materiales extraños) que puedan afectar la salud del consumidor. Ha cobrado relevancia en los últimos años desde el punto de vista de salud pública pero también como exigencia de los mercados internacionales de la carne. Uruguay, como país exportador de carne de alta calidad, debe asegurar y demostrar la inocuidad de sus productos y de los sistemas de producción bajo un enfoque preventivo e integrando todos los eslabones de la cadena cárnica.

INIA está investigando en la temática de inocuidad desde mediados de la década del 2000 con énfasis en el relevamiento de la presencia de *Escherichia coli* O157:H7 en bovinos y ovinos, así como el estudio de factores de riesgo que puedan favorecer su presencia en el sector productivo primario.

Dicha bacteria es considerada como adulterante en carne, por lo que aquellas partidas contaminadas son rechazadas o retiradas del mercado, siendo los rumiantes su principal reservorio con el riesgo de contaminar



la carne durante el proceso de faena. Adicionalmente, de forma de potenciar las capacidades analíticas se ha fortalecido el Laboratorio de Carnes ubicado en INIA Tacuarembó con equipamiento para la detección de patógenos mediante técnicas moleculares de última generación.

Atendiendo a esta temática de importancia creciente, el Ing. Agr. Pablo Rovira Sanz, Investigador Adjunto perteneciente al Programa Nacional de Carne y Lana radi-

cado en INIA Treinta y Tres desde el año 1999, ha sido aceptado en la Universidad Estatal de Colorado (Estados Unidos) para realizar sus estudios de Doctorado durante 3 años (2014-2017) en el Centro de Inocuidad de Carnes Rojas perteneciente a dicha universidad bajo la supervisión del profesor Keith Belk.

El énfasis estará puesto en el estudio de estrategias pre y post-faena con el objetivo de mejorar la inocuidad de carnes. Dicha capacitación complementa los estudios

de Maestría realizados por Pablo Rovira en la misma universidad entre los años 2004 y 2006.

De esta manera, INIA busca fortalecer las capacidades de investigación en inocuidad de carnes no sólo a través de la formación de recursos humanos sino también a través del desarrollo de alianzas estratégicas con organismos de referencia a nivel nacional e internacional, llevando a cabo investigación aplicada y de alto impacto junto a los distintos actores de la cadena cárnica (productores e industria).

## Ing. Agr. M. Alejandro García

Desde los inicios de la agricultura, el control de malezas en cultivos ha sido una tarea esencial para cubrir los requerimientos de alimentación y fibras del ser humano. Aun hoy, más de 10.000 años después de los comienzos de la agricultura, la interferencia de malezas es una de las principales limitantes de la actividad agropecuaria a nivel global. Esto determina que el control de malezas represente una gran proporción de los costos de producción. Adicionalmente, el manejo de malezas tiene importantes implicancias en lo referente al uso y conservación de suelos, la diversidad vegetal y la carga ambiental de agroquímicos.

Desde sus inicios, INIA ha impulsado el desarrollo de esta disciplina en los diferentes sistemas de producción agrícola y pecuaria de nuestro país. En este sentido, la formación y especialización de recursos humanos en esta materia ha sido y es fundamental para atender los constantes desafíos que supone el manejo de malezas.

Como ocurre actualmente en la mayor parte del mundo, la producción de cultivos y pasturas en nuestro país es altamente dependiente del uso de herbicidas para el control de malezas antes y durante el cultivo. Los herbicidas han sido una pieza clave para lograr los altos niveles de producción de los últimos 50 años. Sin embargo, el uso inadecuado de estos productos ha determina-



do la evolución de malezas resistentes a los mismos, lo cual marca una tendencia a incrementar los costos de producción o practicar otras medidas de control que conllevan un mayor efecto negativo sobre el ambiente.

En este contexto, es que el instituto ha propiciado y apoyado la capacitación de Alejandro García en el exterior. Entre los años 2009 y 2013 realizó estudios de doctorado bajo la supervisión del profesor Albert Fischer en la Universidad de California, Davis. El Profesor Fischer dirige uno de los programas de investigación más exitoso a nivel mundial en la temática de malezas en el cultivo de arroz. Dentro de la disciplina de malezas, el énfasis de la capacitación estuvo puesto en fisiología vegetal y en los mecanismos de acción de los herbicidas en las plantas.



En la tesis de doctorado, abordó el tema de la resistencia a glifosato en *Echinochloa colona* (capín), lo que permitió profundizar sus conocimientos en genética vegetal, biotecnología y mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas.

Tan valorable como los conocimientos adquiridos, ha sido la oportunidad de desarrollar vínculos y colaboraciones con colegas e instituciones que fortalecerán las capacidades de investigación en esta disciplina tanto a nivel nacional como regional.

## Ing. Agr. Carolina Leoni

En las últimas décadas, los sistemas de producción agrícola han sufrido procesos de intensificación asociados a un aumento del uso de energía fósil por el incremento en el uso de agroquímicos, mecanización y riego, comprometiendo su sustentabilidad. Por ejemplo, en estos sistemas se han constatado importantes pérdidas de suelo por erosión, disminución de los niveles de materia orgánica asociado a pérdidas de estructura y capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, incrementos en los problemas de plagas y enfermedades y biodiversidad, y un aumento de la vulnerabilidad al cambio climático y los eventos extremos asociados.

La sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola se asocia a rotaciones de cultivos. El diseño de las rotaciones de cultivos es un proceso complejo, en donde los objetivos a largo plazo y las aspiraciones de los productores a nivel predial, se deben combinar con la disponibilidad de recursos locales, el clima y las condiciones socio-económicas de corto plazo. El uso de modelos contribuye al diseño de rotaciones y ayuda a identificar las sinergias y competencias entre objetivos.

A pesar de su importancia, la dinámica poblacional de los patógenos de suelo rara vez es considerada en los modelos de simulación de rotaciones. Esto se debe, entre otras razones, a que generar información cuantitativa mediante la experimentación clásica (experimentos de rotaciones) para calibrar y evaluar los modelos insueme mucho tiempo, área experimental y recursos económicos.

Para contribuir desde INIA a encarar de manera más amplia el enfoque de la intensificación sustentable y el desarrollo de modelos de simulación vinculados, fue que oportunamente se decidió la capacitación de la Ing. Agr. Carolina Leoni a nivel de Doctorado.



Leoni desarrolló su tesis de Doctorado con una propuesta de una metodología de investigación que contribuye al diseño de rotaciones de cultivos y sus efectos sobre los patógenos de suelo. La misma consistió en: i) desarrollar un modelo conceptual, ii) generar información sobre la dinámica poblacional de los patógenos en experimentos controlados (invernáculos, microparcelas) y chacras comerciales, iii) calibrar los modelos poblacionales para cada cultivo y actividad entre cultivos combinando información de diferentes orígenes mediante estadística bayesiana, para luego modelar, simular y explorar rotaciones que minimicen el incremento del inóculo de los patógenos de suelo.

El Doctorado se realizó en la Universidad de Wageningen entre 2008 y 2013, bajo la modalidad sándwich, permitiendo que toda la actividad experimental se realizara en Uruguay. El trabajo estuvo bajo la supervisión de la Prof. Dr. Ariena van Bruggen, el Prof. Dr. Cajo ter Braak y el Dr. Walter Rossing, los cuales aportaron su experiencia en las áreas de fitopatología, estadística y modelización de sistemas de producción, respectivamente.



# MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN INVERNAL DE LA RECRÍA BOVINA SOBRE CAMPO NATURAL

Ing. Agr. Joaquín Echeverría, Ing. Agr. MSc Pablo Rovira,  
Ing. Agr. PhD Fabio Montossi

Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

## INTRODUCCIÓN

Por segundo año consecutivo hemos sido testigos de abundancia de precipitaciones durante la primavera y verano, lo que ha determinado altas disponibilidades de forraje en el otoño en la mayoría de los campos naturales (CN) del país.

El año pasado las altas tasas de crecimiento de forraje (primavera-verano 2012/2013) influyeron en favorecer una parición récord en la primavera siguiente (aprox. 3 millones de terneros). Estos están por enfrentarse a su primer invierno, en muchos casos bajo condiciones de alta disponibilidad de forraje, pero de bajo valor nutritivo, particularmente para una categoría exigente como esta. Las primeras heladas ocurridas hacia fines de mayo – principios de junio afectaron aún más el valor nutritivo del forraje acumulado durante el verano ante-

rior, aumentando los restos secos de baja digestibilidad. En este artículo se describen algunas estrategias de manejo del forraje durante el invierno para su uso eficiente con categorías de recría para obtener niveles productivos aceptables.

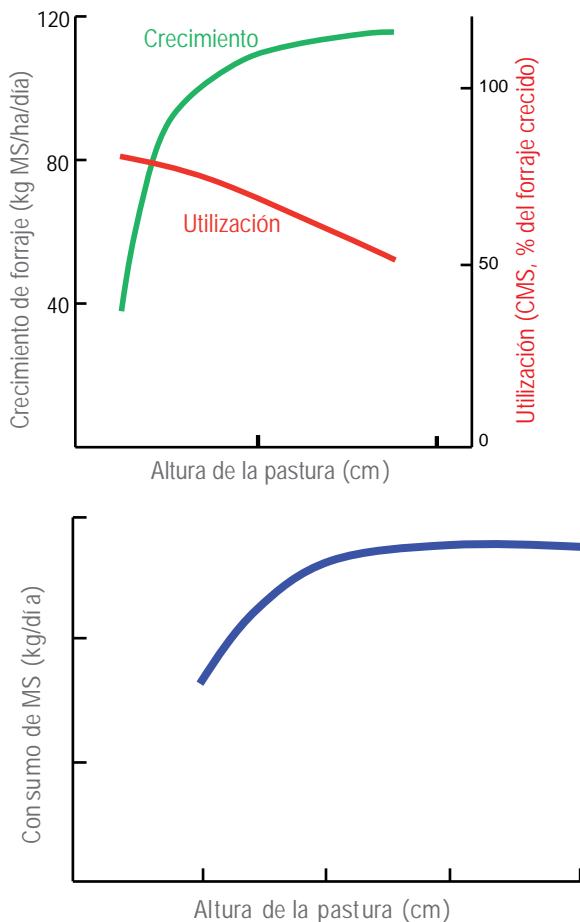
El enfoque es conceptual, complementando información práctica y experimental de alternativas de suplementación publicada en anteriores ediciones de la revista INIA, y su particular aplicación para favorecer la recría bovina durante el invierno.

## MARCO CONCEPTUAL DEL PROBLEMA

En condiciones de pastoreo existe una estrecha interacción planta-animal. Esta debe tenerse en cuenta al momento de realizar el manejo del pastoreo, ya que tanto la categoría como el estado de la pastura (en este caso

CN) van a determinar cómo se asignará cada potrero. A fines de otoño, en la generalidad de los predios ganaderos, se cuenta con la categoría de recría recientemente destetada que se va a enfrentar a su primer invierno de vida. INIA ha generado abundante información respecto al manejo de los terneros durante su primer invierno. En general, los animales manejados únicamente sobre CN experimentan pérdidas de peso vivo (PV) en torno a 100-200 gramos/día, debido a la baja disponibilidad de forraje de calidad, además de condiciones climáticas adversas.

Este año, en general el CN se encuentra con buena disponibilidad de forraje que ya comenzó a disminuir su calidad, evidenciándose excedentes de forraje seco de bajo valor nutritivo entremezclado con material verde en todo el perfil de la pastura, lo que dificulta la selección por parte del animal. Como se aprecia en la Figura 1, independientemente del tipo de pastura, a medida que se incrementa la disponibilidad, producción y tasa de crecimiento de forraje, el consumo de materia seca (CMS) de los animales se maximiza en detrimento de la utilización del mismo.



**Figura 1** - Crecimiento de forraje y utilización del mismo según altura de la pastura (arriba); y consumo de forraje según altura de la pastura (abajo) de raigrás perenne (Adaptado de Hodgson, 1990).

Una mayor oferta de forraje permite a los animales expresar su capacidad selectiva, por lo que el material ingerido presenta una mayor digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y una mayor concentración de proteína cruda (PC). De esta relación, en situaciones sobre campo natural, surge que una disponibilidad de forraje cercana a los 2000 kgMS/ha permite al animal cosechar un material con 60% de DMO y 13% de PC. Se debe tener en cuenta que la disponibilidad de forraje óptima para que los animales expresen su capacidad selectiva va a depender también de las características del tapiz durante el invierno, el que depende entre otros factores, de la proporción de especies invernales presentes. Existe una gran variación entre campos y potreros siendo algunos "más invernales que otros", ya sea por la región donde se encuentren las comunidades vegetales (ej. basalto, lomadas del este, etc.) como también dentro de un mismo establecimiento (ej. por diferentes tipos de suelo).

Dentro de un sistema ganadero, la recría es una de las categorías más sensibles a una buena o mala alimentación, lo cual determinará su productividad a mediano y largo plazo. También es una categoría que se encuentra en activo crecimiento, con altos requerimientos nutricionales no solo en términos de energía sino también de proteína (13-15% PC) que garanticen ganancias de peso moderadas.

Si bien los animales de esta categoría presentan una elevada capacidad de consumo en relación a su peso vivo, la reducida DMO y contenido de PC hacen que ese potencial se vea reducido. Esta reducción en el consumo es explicada por mecanismos físico-químicos, como pueden ser:

- sensación de saciedad por distensión del rumen (llenado)
- reducción de la tasa de pasaje del forraje consumido a lo largo del tracto digestivo (enlentecimiento)
- desbalance nutricional de la ingesta (reducción de la capacidad digestiva bacteriana)

### CONSIDERACIONES DE MANEJO DEL EXCESO DEL FORRAJE Y SUPLEMENTACIÓN

En la Revista INIA N° 22 (Montossi *et al.*) se dieron algunas medidas de manejo del exceso de forraje durante el período invernal para su uso más eficiente. Entre las recomendaciones realizadas por los autores, podría destacarse el realizar la priorización de aquellos potreros con mayor calidad para destinar a las categorías más jóvenes. Por su parte, también se podría realizar limpieza mecánica (rotativa, enfardado) o utilizar altas cargas instantáneas de categorías adultas con el fin de "limpiar los restos secos" del tapiz, previo al ingreso de animales jóvenes. El manejo de la suplementación en el manejo de las recrias, si bien insinúa un costo adicional, presenta una gran flexibilidad respecto a tener que dis-



poner de maquinaria para control mecánico y/o una alta dotación de ganado adulto.

La suplementación estratégica es una medida de manejo que intenta cubrir deficiencias nutricionales específicas en los animales. La aplicación exitosa o no de esta tecnología depende de una serie de factores. Estos refieren no sólo al suplemento y categoría a utilizar, sino también al manejo operativo (tipo de suplemento, momento del día de suministro, tipo de suministro, etc.) y logístico (infraestructura, mano de obra, maquinaria) en el predio.

También debe tenerse en cuenta que la eficiencia de conversión (EC) del suplemento (kg de suplemento consumidos para producir un kg de PV) está fuertemente ligada al complejo pastura-animal-suplemento. Es decir que el suplemento no sólo va a tener un impacto directo sobre el animal, sino que indirectamente va a impactar en la utilización de la pastura. En este sentido, se debe tener en consideración no sólo para evaluar el resultado final de la tecnología sino también para realizar un correcto monitoreo del funcionamiento del sistema.

La eficiencia de conversión de los animales es mayor cuando tienen menor edad, debido a que están depositando más tejido muscular asociado a la etapa de crecimiento y desarrollo en la que se encuentran. Por tal motivo, la suplementación durante la etapa de recría generalmente resulta en una relación costo-beneficio favorable, aunque deben considerarse aspectos derivados de la interacción pastura-animal-suplemento. Estos efectos pueden manifestarse en menor o mayor medida dependiendo de la situación que se considere (Figura 2).

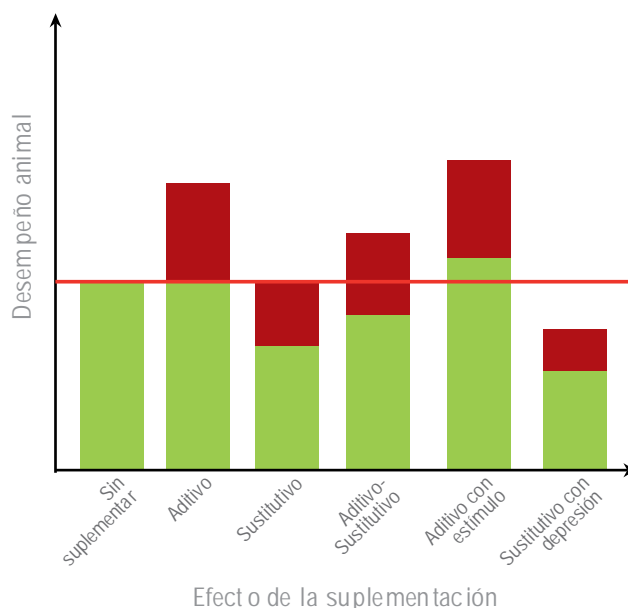
## EFFECTOS DE LA INTERACCIÓN PLANTA-ANIMAL-SUPLEMENTO

**Aditivo:** respuesta encontrada cuando se suministra un suplemento sobre una pastura con reducido aporte de nutrientes (en cantidad y calidad). El suplemento incrementa el consumo total por parte del animal.

**Sustitutivo:** refiere a la cantidad de forraje que deja de ser consumido por unidad de suplemento suministrado. Este efecto se da en pasturas de alta disponibilidad. Se deprime el consumo de forraje sin afectar negativamente el desempeño animal. Para reducir esta sustitución se debe aumentar la carga animal.

**Aditivo-sustitutivo:** refiere a la combinación de los anteriores. Es el resultado más común cuando se incrementa la carga frente a una sustitución de forraje por suplemento. El desempeño animal se ve mejorado.

**Aditivo con estímulo:** refiere a un estímulo a consumir forraje generado por el suplemento (ej. aporte de suplementos proteicos en pasturas con baja calidad).



**Figura 2** - Efecto de la suplementación en el desempeño animal en relación a animales no suplementados (Adaptado de Mieres, 1997).

**Sustitutivo con depresión:** se sustituye forraje por suplemento de menor valor nutritivo que el primero. Se deprime el consumo y performance animal.

En la medida que se incrementa la disponibilidad de forraje, la tasa de sustitución tiende a ser mayor, por lo que es necesario realizar un correcto ajuste de la carga animal ya que estaríamos sustituyendo alimento de bajo costo (pasto) por alimento de mayor valor (suplemento). Resulta inevitable que un animal realice parcialmente sustitución de forraje por suplemento, ya que es normal que prefiera el consumo de este respecto a la pastura.

Si bien estos efectos son difíciles de estimar a campo, se pueden observar en las recorridas periódicas monitoreando pasturas y animales. Entre otros, la detección de bajas ganancias, restos de forraje y suplementos sin consumir o parcialmente consumidos, nos permiten actuar en tiempo y forma, y así mejorar la utilización de la dieta en su conjunto y la respuesta animal.

Según los objetivos del productor, se puede afectar la interacción suplemento-planta-animal. En potreros con alta acumulación de forraje (>2500 kg/ha MS) de baja calidad se puede optar por suministrar un suplemento que permita estimular a los animales a consumir forraje de baja calidad, con altas cargas instantáneas. En estos casos, los restos secos representan más del 60-70% del forraje total y es posible que el nivel de PC de la pastura no supere el 7%. En esta situación se justifica la suplementación proteica puntual, por ejemplo a través del uso de bloques proteicos, que mejora la utilización de la pastura y evita la pérdida de peso vivo de los anima-



**Figura 3** - Condición de un CN de Lomadas del Este

les. En cambio, en un potrero con disponibilidad media de pastura (Figura 3) se puede utilizar un suplemento energético-proteico (ej. grano húmedo de sorgo + núcleo proteico o afrechillo de arroz) que permita obtener ganancias moderadas (200-400 gramos/animal/día) inclusive favoreciendo una mejor utilización del forraje.

Por lo tanto, en la medida que se manejen lotes de animales homogéneos, en buenas condiciones sanitarias y con un buen ajuste de la dieta, es razonable esperar un impacto positivo de la suplementación en todo el sistema productivo (Figura 4).

### TIPOS DE SUPLEMENTOS

Existe en el mercado una diversa cantidad de suplementos para la alimentación animal, ya sea como productos originales (ej. granos) o procesados (ej. sub productos industriales).

A nivel nacional, en sistemas ganaderos extensivos se ha utilizado el afrechillo de arroz (AA) en diferentes trabajos experimentales. Este se clasifica como un suplemento energético-proteico por poseer alto contenido energético (3 Mcal/kgMS) y un moderado contenido proteico (13-17% PC). Se ha encontrado una mejor respuesta animal en el rango de consumo de 0,7-1,0% de PV. El contenido lipídico del afrechillo de arroz (grasas y aceites) hace que en niveles superiores se reduzca el consumo de forraje (efecto sustitución con depresión). Utilizar afrechillo de arroz desgrasado surge como una alternativa para minimizar esta limitante.

Por su parte, se han utilizado también otras fuentes como suplemento proteico; ejemplo expeller de girasol (30-32% PC) o bloques proteicos. La suplementación pro-

teica por lo general se realiza a niveles inferiores o iguales al 0,5% PV, para el cual no siempre se han obtenido resultados positivos. En este sentido, es necesaria una mayor disponibilidad de forraje para hacer un mejor aprovechamiento del nitrógeno disponible para la síntesis de proteína microbiana (situación aplicable a las condiciones de este año en particular). La suplementación proteica sobre pasturas de baja calidad produce un estímulo en el consumo de forraje, aunque la calidad de dicho forraje no permita esperar altas ganancias de peso, sino más bien un mantenimiento o evitar la pérdida de peso vivo.

El afrechillo de trigo (AT) se ha utilizado pero en menor medida que el AA en las regiones del este y norte del país. Ambos presentan similares características nutricionales, aunque el primero posee un contenido lipídico significativamente menor (4,7% vs. 15% de extracto etéreo). En caso de utilizar AT se recomienda realizar análisis de hongos y micotoxinas, ya que su presencia puede ser importante en años lluviosos, tanto en el grano de trigo como en sus subproductos destinados a consumo animal.

En cuanto a granos, el sorgo ha sido el más utilizado en los últimos tiempos. El agregado de fuentes proteicas al sorgo, ya sea de origen vegetal (ej. expeller de girasol), sintético (urea) o mixto (núcleo proteico), permite elevar el bajo contenido de proteína del sorgo (7-9%) y mejorar significativamente la respuesta animal.

Por último, se encuentran disponibles en el mercado suplementos balanceados. Una de las principales fortalezas de las raciones balanceadas es que algunas de ellas son elaboradas para su utilización en comederos de autoconsumo, con el consecuente ahorro de tiempo



**Figura 4** - Lote de animales suplementados con ensilaje de grano húmedo de sorgo



**Figura 5** - Suplementación utilizando comederos de autoconsumo.

y mano de obra. A ello se le debe agregar la ventaja de algunos productos comerciales que ya incluyen micro y macrominerales en la formulación de las raciones, en sus diferentes formas de presentación (bloques, pellets y concentrados).

## SUPLEMENTACIÓN: INFRAESTRUCTURA, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

La infraestructura necesaria para implementar un sistema de suplementación depende básicamente de la orientación productiva de cada sistema. De todos modos, es importante tener claro cuáles son las capacidades del establecimiento y ajustar un sistema que se adapte mejor al mismo.

Debe entrenarse y capacitarse a la mano de obra para poder hacer un uso eficiente de la tecnología. Los lotes de animales suplementados deben recorrerse periódicamente para corroborar el correcto funcionamiento del sistema. Cualquier evento que se produzca (enfermedades, dominancia, reducción del nivel de pastura, disponibilidad de agua y abrigo/sombra, etc.) sobre los animales afectarán la eficiencia de utilización del suplemento comprometiendo su rentabilidad. Por ejemplo, si los animales no presentan buena accesibilidad a una fuente de agua, la misma debe generarse. Debe considerarse la disponibilidad de un piquete o potrero pequeño en el cual los animales se acostumbren al consumo de suplemento. Este periodo de adaptación es clave para el éxito de la suplementación y debe prolongarse entre 7 y 10 días.

Para obviar las dificultades de suplementar diariamente a los animales, el equipo de trabajo de INIA Tacuarembó (Lagomarsino *et al.*, 2014) estudió durante 2 años la tecnología de suplementación infrecuente con afrechillo de arroz sobre CN de Basalto. Los datos de estos trabajos se presentan en esta misma publicación.

También existe la alternativa tecnológica del uso de comederos de autoconsumo con diferentes tipos de su-

plementos (Figura 5). Existen raciones con sal adicional para limitar el consumo voluntario de los animales en comederos de autoconsumo y también raciones para consumo *ad libitum* (con contenido de fibra adecuado) especialmente elaboradas para disminuir el riesgo de acidosis en un escenario de alto nivel de consumo del suplemento ofrecido.

## COMENTARIOS FINALES

El exceso de forraje que se presenta este invierno en muchos campos naturales puede ser una limitante para favorecer una adecuada recría bovina. Se presentaron diversas propuestas tecnológicas para mejorar el valor nutricional de estas pasturas y la mejor utilización de las mismas por parte de los animales.

La suplementación de la recría bovina aparece como una tecnología estratégica para lograr adecuadas ganancias de peso de esta categoría, lo cual tendrá efectos positivos posteriores en su desarrollo productivo y reproductivo, mejorando la productividad global del establecimiento.

Al momento de implementarse un esquema de suplementación se deben considerar una serie de factores para su aplicación, donde se destaca: la cantidad y el valor nutricional del suplemento a usar y de la base forrajera donde pastorean los animales, así como la estrategia de suministro de estos suplementos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HODGSON, J. 1990. Grazing management; science into practice. Longman Handbooks in Agriculture. Essex, Inglaterra. 203 p.
- LAGOMARSINO, X.; LUZARDO, S.; MONTOSSI, F. 2014. ¿Cómo producir terneros con más de 300 kg con edades menores a los 15 meses en sistemas ganaderos de basalto? Efecto de la suplementación infrecuente en la recría de terneros Hereford en basalto. In: INIA Treinta y Tres. Seminario de Actualización Técnica: Estrategias de Intensificación Ganadera. Treinta y Tres: INIA. p. 33-38. (Serie de Actividades de Difusión 734).
- LUZARDO, S.; MONTOSSI, F.; BRITO, G. 2010. La necesidad de la suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. Revista INIA Uruguay, no. 22, p.11-15.
- MIERES, J. 1997. Relaciones planta-animal-suplemento. In: INIA Tacuarembó. Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. cap 1. p. 1-4. (Serie de Actividades de Difusión 129).
- MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. INIA Montevideo, Uruguay. 108 p. (Serie Técnica 113).
- MONTOSSI, F.; SILVERA, C.; SOARES DE LIMA, J.; LUZARDO, S.; DE BARBIERI, I.; BERRETTA, E. 2010. Manejo del exceso de forraje en el período otoño-invernal: ¡cantidad no es calidad! Revista INIA Uruguay, no. 22, p.6-10.
- ROVIRA, P. 2014. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. Revista INIA Uruguay, no. 36, p. 7-11.





# ALIMENTACIÓN EN SISTEMAS GANADEROS INTENSIVOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE: RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

J.M. Clariget<sup>1</sup>, M. Lema<sup>1</sup>, G. Brito<sup>1</sup>, E. Pérez<sup>1</sup>,  
F. Montossi<sup>1</sup> y A. La Manna<sup>2</sup>

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

## CONCEPTOS CLAVE

- Las pasturas y verdeos ofrecidos a los animales deberán ser de un óptimo valor nutritivo, con bajo contenido de fibra detergente neutra (FDN), alta digestibilidad de la materia orgánica (DMO) y con un nivel adecuado de proteína cruda (PC).
- En pastoreo sobre pasturas sembradas, las mayores ganancias diarias de peso se obtendrán manejando una disponibilidad de forraje al ingreso del pastoreo no limitante para el consumo ( $> 1800$  kg MS/ha;  $> 15-20$  cm de altura) y una asignación de forraje (AF) diaria a los animales de al menos 8,25% peso vivo (PV). Por el contrario, excesos de forraje ( $> 3000$  kg MS/ha;  $> 25$  cm) afectan la calidad del forraje y la productividad.
- Cuando la AF es limitante ( $< 2\%$  PV) cualquier tipo de suplementación es aconsejable, ya que tiene efecto aditivo. Se recomienda verificar que los suplementos utilizados cumplan los requerimientos de proteína,

energía y minerales para lograr la ganancia deseada.

- Cuando la AF se ubica entre 2 a 3,5% PV sobre pasturas donde la PC no es limitante, se aconseja la suplementación con concentrados energéticos o ensilajes. La conveniencia de esta estrategia dependerá de la relación de precios existentes, la eficiencia de conversión del suplemento (ECS) y el objetivo de la empresa.
- Cuando la AF está en el rango 3,5-6% PV se encuentra respuesta a la suplementación con concentrados energéticos solamente cuando la limitante en la pastura es la energía y no la PC. En estos casos la ECS es menor que en el punto anterior; este sería el ejemplo de las pasturas de otoño, con alta relación proteína soluble/carbohidrato soluble y pasturas de verano de bajo valor nutritivo ( $< 60\%$  DMO).
- Siempre que intensifiquemos, debe ser monitoreada y controlada la sanidad de los animales.

En este artículo se desarrollan conceptos y recomendaciones para el manejo de pasturas, suplementos y animales, en procura de mejorar la productividad de los sistemas intensivos de producción de carne bovina.

**MANEJO DEL PASTOREO**

Los sistemas ganaderos intensivos conllevan el manejo de altas cargas animales. Bajo estas condiciones el sistema de pastoreo adquiere particular relevancia. Según Vaz Martins (1999), en términos generales, el pastoreo rotativo solo supera en productividad al pastoreo continuo en condiciones de carga elevada. En sistemas de pastoreo rotativo toma mayor importancia el concepto de asignación de forraje (AF) que el de carga animal. La AF se expresa como la cantidad diaria de materia seca (kg MS) de forraje ofrecido cada 100 kg de peso vivo (PV) animal. Por ejemplo, si un animal pesa 300 kg y se desea hacer una AF del 5% PV se debería ofrecer 15 kg de MS de forraje por animal/día.

El manejo del pastoreo en franjas es el que mejor permite controlar la AF. Franjas diarias permiten regular de manera más eficiente el valor nutritivo de las pasturas, presupuestar el recurso forrajero y balancear la dieta, pues se tiene un mayor control del consumo animal (Vaz Martins, 1999).

Para definir el tamaño de la franja a emplear se debe considerar: disponibilidad de MS, la AF y el número de animales. Para ocupaciones más prolongadas se debe tomar en cuenta el número de días que permanecerán los animales en cada franja. En este proceso de manejo del pastoreo es relevante conocer el contenido de MS de las pasturas. El mismo puede ser estimado por métodos directos como el corte y secado en microondas, o indirectos como el uso de la altura o del Rising Plate Meter (RPM; Montossi y col., 2013a y 2013b). El uso de una regla graduada para medir la altura de la pastura permite estimar con precisión media

**Cuadro 1** - Niveles de valor nutritivo de las pasturas según los principales parámetros de composición química de la misma.

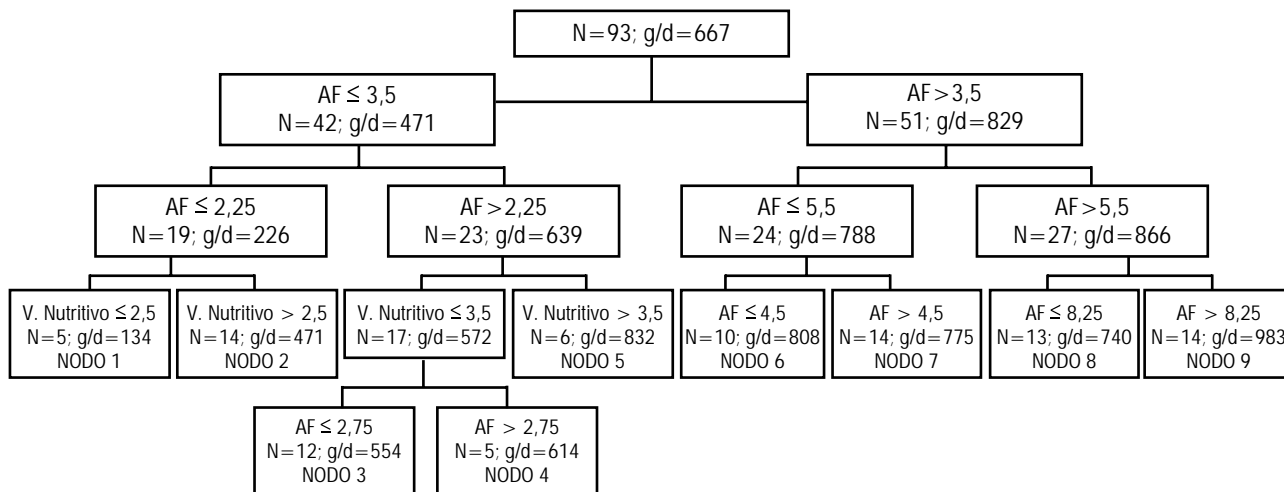
Nivel	DMO	PC	FDN
1	< 51%	< 9%	> 52%
2	51-56%	9-12%	50-52%
3	57-64%	13-15%	47-49%
4	65-71%	16-19%	42-46%
5	> 71%	> 19%	< 42%

a alta la disponibilidad de forraje para un amplio rango de pasturas mejoradas.

**RESULTADOS EXPERIMENTALES DE INVERNADA EN PASTOREO SIN SUPLEMENTACIÓN**

Se presenta una síntesis de trabajos de investigación generados por INIA y Facultad de Agronomía desde el año 1991 en sistemas de invernada sobre pasturas sembradas. Para este fin, se implementó un análisis multivariado recursivo, incluyendo la AF y parámetros de valor nutritivo de las pasturas (digestibilidad de materia orgánica: DMO, proteína cruda: PC y fibra detergente neutra: FDN). El valor nutritivo de las pasturas se agrupa para este análisis en 5 niveles en orden creciente, donde el nivel 1 corresponde al de menor valor nutritivo y el 5 al de mayor valor nutritivo (Cuadro 1).

La metodología utilizada permite agrupar y caracterizar los resultados de respuesta animal (ganancia diaria de peso de novillos) en función de los criterios mencionados de AF y nivel de valor nutritivo de la pastura. Los resultados se observan en la Figura 1, generándose 9 nodos (grupos asociados) terminales donde cada uno resume características de AF y valor nutricional de las pasturas y la respuesta animal obtenida.



**Figura 1** - Resultados del análisis de partición recursiva aplicada a ganancia de peso de los animales.

En AF bajas ( $\leq 2,25\%$  PV) y de bajo valor nutritivo (nivel 1 y 2) las ganancias obtenidas fueron muy bajas, 134 g/día (nodo 1). En estas condiciones de AF, el valor nutritivo del forraje cumple un rol importante en mejorar la respuesta animal. Incrementos en el valor nutritivo de la pastura (nodo 2) permiten obtener mayores ganancias de peso (471g/día). En niveles intermedios de AF ( $> 2,25$  a  $3,5\%$  PV) al mejorar el valor nutritivo de la pastura se obtienen mejores respuestas en ganancia diaria de peso. En estos niveles de AF, los nodos 3 y 4 obtienen 554 y 614 g/día de ganancia diaria con valores nutritivos del forraje bajos e intermedios. Cuando con esas AF se dispone de forrajes de valor nutritivo alto (nodo 5), las ganancias diarias superan los 800 g/día.

Cuando se manejan AF mayores a  $3,5\%$  PV el valor nutritivo de la pastura no es un criterio importante de agrupamiento y por tanto un efecto que promueva una respuesta animal mayor. Pasar a rangos de AF de  $3,5$  a  $8,25$  (nodos 6, 7 y 8) no se refleja en mayores ganancias diarias de peso (808, 775 y 740 g/día, respectivamente). Cuando las AF son superiores a  $8,25\%$  PV se logran ganancias mayores (983 g/día; nodo 9) pero no parecen adecuadas desde el punto de vista productivo o económico cuando se considera la globalidad del sistema.

A partir de los resultados de ganancia de peso generados sobre una base pastoril cultivada, se observa que para mantener niveles aceptables de ganancia diaria de peso (400-500 g/día) con bajas AF ( $\leq 2,25\%$  PV) es necesario que el valor nutritivo de la pastura alcance valores de 60% de DMO, 14% de PC y 48% de FDN (nivel 3 del análisis).

Con valores intermedios de AF (2,25 a  $3,5\%$  del PV) y pasturas de alto valor nutritivo (niveles 4 y 5) se pueden obtener ganancias diarias buenas (800 g/día) para el proceso de invernada. Con niveles moderados a altos de AF ( $>3,5\%$  PV) se pueden obtener ganancias de peso buenas o muy buenas (700-1000 g/día). El valor nutritivo de la pastura en estas condiciones repercute en menor medida sobre la ganancia diaria de PV, lo que posiblemente se asocia a la mayor capacidad de selección que tienen los animales.

### EFFECTO “OTOÑO”

Durante el otoño, praderas de buen valor nutritivo y verdeos de invierno presentan gran proporción de agua, con bajo nivel de fibra efectiva y una alta relación proteína soluble/carbohidrato soluble (Méndez y Davies, 2000). Sobre la base de varios trabajos nacionales y regionales, se observa que el uso de estas pasturas otoñales y manejos del pastoreo que favorecen la selectividad animal (altas AF) podrían repercutir negativamente en la performance animal debido a los siguientes factores:

a) Limitaciones en el consumo por exceso de contenido de agua en la pastura; concentraciones de MS inferiores a 22% limitan el consumo animal.

b) Menor digestibilidad del alimento debido a aumentos en la tasa de pasaje a nivel ruminal asociado a bajos niveles de FDN; altas tasas de pasaje a nivel ruminal impiden una fermentación completa de los alimentos y se genera una menor eficiencia del uso de los nutrientes por el animal.

c) Desbalances en la dieta por relaciones inadecuadas entre proteínas solubles/carbohidratos solubles; se reporta que relaciones superiores a 2 son limitantes para promover una adecuada producción animal.

Se destaca que el uso de la suplementación con heno o concentrados energéticos de rápida fermentación son herramientas que permiten reducir los efectos negativos del efecto “otoño” en praderas y verdeos de invierno.

### SUPLEMENTACIÓN

El incremento en el área agrícola brinda mayor disponibilidad de granos y sub-productos para ser utilizados en el sector ganadero. En este sentido, según Mieres (1996), suplementar con granos, heno o ensilajes puede implicar:

- Mejorar el estatus nutricional del animal y por lo tanto su productividad.
- Mejorar la eficiencia del uso de alimentos.





- Uso más racional de la pastura, mejorando la eficiencia de uso del forraje.
- Prevenir enfermedades nutricionales.
- Mejorar el uso de cosechas y residuos de cosecha.

Adicionalmente, se destacan otros efectos positivos:

- Aumentar la carga animal y productividad global del establecimiento.
- Mejora la terminación y la calidad de la canal y carne de los animales.

Para iniciar cualquier tipo de suplementación se debe respetar el proceso de acostumbramiento progresivo del rumen al cambio en la dieta. El período debe tener una duración mínima de 7 a 10 días, como forma de reducir el riesgo de posibles enfermedades metabólicas. Los niveles de suplementación durante este período deben ser crecientes hasta alcanzar las cantidades deseadas a suministrar a los animales.

## SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS ENERGÉTICOS

En el Cuadro 2 se presentan resultados nacionales de suplementación en pasturas sembradas con concentrados energéticos. Se observa que su aplicación incrementa la ganancia de peso a un mismo nivel de AF. La eficiencia de conversión del suplemento (ECS) se define como los kg MS de suplemento para lograr 1 kg extra de carne comparado con animales no suplementados.

**Cuadro 2** - Respuesta de novillos sobreaño (280-360 kg) a la suplementación con concentrados energéticos durante diferentes estaciones del año sobre pasturas sembradas.

Estación	Pastoreo			Suplementación				Autor
	Pastura	% AF	g/día	% PV	Concentrado	g/día	ECS	
Otoño	Verdeo	2,5	38	1	Maíz entero	447	8	Damonte y col. (2004)
				1	Maíz molido	455	8	
		5	525	1	Maíz entero	882	9	
				1	Maíz molido	1002	7	
Otoño - Invierno	Verdeo	2,5	338	1	Maíz	985	5	Simeone y Beretta (2004) (prom. 3 años)
		5	776	1	Maíz	1259	7	
Invierno	Pradera	1,5	173	0,5	Ración P12	813	3	Risso y col. (1991) (prom. 2 años)
				1	Ración P12	841	6	
		3	904	0,5	Ración P12	1045	14	
				1	Ración P12*	958	74	
Invierno	Pradera y verdeo	1,5	226	0,5-1	Afr/T/M/S/C		3-8	Cibils y col. (1997) (prom. 5 años)
		3	1023	0,5-1	Afr/T/M/S/C		---	
Verano	Pradera	3	299	1	Maíz molido	761	7	Simeone y Beretta (2005) (prom. 2 años)
		6	483	1	Maíz molido	804	10	
		9	667	1	Maíz molido	733	45	

ECS: Eficiencia de Conversión del Suplemento

\* Ración P12= Ración con 12 % de proteína cruda. Afr = Afrechillo de trigo, T = Trigo, M = Maíz, S = Sorgo, C = Cebada.

En la mayoría de los estudios de ECS, éste se encuentra en el rango de 5-10 a 1, lo que significa que se necesitaron entre 5 y 10 kg de suplemento para incrementar 1 kg de peso. Dentro de un mismo ensayo, al aumentar la AF y mantener el nivel de suplementación, la eficiencia de conversión disminuye, ya que se necesitan más kg de suplemento para obtener 1 kg de PV animal.

En el trabajo de Cibils y col. (1997), promedio de cinco años de investigación, al comienzo del invierno con AF de 3% PV sobre praderas y verdeos invernales, con ganancias en pastura que alcanzan los 1023 g/día no se encuentran respuestas a la suplementación, o ésta es muy baja. Simeone y Beretta (2004) trabajando con verdeos invernales que comienzan a ser pastoreados a mitad de otoño obtienen respuestas buenas a la suplementación, incluso con mayores AF (5% PV). Posiblemente estas diferencias se deban a la estación, donde probablemente haya ocurrido el "efecto otoño".

## SUPLEMENTACIÓN CON HENOS

La suplementación con henos puede provocar altas tasas de sustitución, e inclusive generar un efecto de sustitución con depresión en la respuesta animal si las pasturas no son limitantes (AF > 4% PV). Para favorecer el efecto aditivo del heno, la pastura tiene que ser limitante (AF ≤ 1,5% PV). En el Cuadro 3 se presentan resultados nacionales de suplementación con heno sobre la ganancia de peso de los animales.

**Cuadro 3** - Respuesta de novillos sobreño y de 2 años y medio (230-410 kg) a la suplementación con distintos henos durante diferentes estaciones del año sobre pasturas sembradas.

Estación	Pastoreo			Suplementación			Autor
	Pastura	% AF	g/día	% PV	Heno	g/día	
Invierno	Verdeo	8	1390	Ad Libitum	Bajo valor nutritivo	1380	Ferreira y col. (2002)
Otoño	Pradera	4	740	Ad Libitum	Bajo valor nutritivo	820	Messa y Bono (2005)
Invierno	Verdeo	5	1276	0,25	Moha	1379	Contatore y col. (2007)
				Ad Libitum	Moha	1175	
Otoño - Invierno	Verdeo	5	985	0,25	Moha	943	Bidegain y col. (2007)
				Ad Libitum	Moha	853	
Invierno	Pradera	1,5	173	1	Pradera (44 % DMO)	379	Risso y col. (1991)
				1	Pradera (61 % DMO)	836	
Invierno	Pradera	≤ 1,5		Ad Libitum	Pradera	800	Ahunchain y col. (1992) (prom. 2 a 5 años)
				Ad Libitum	Rast. Sorgo	350	
				Ad Libitum	Rast. Maíz	500	
				Ad Libitum	Paja Trigo	460	

En el trabajo de Risso y col. (1991) con bajas AF se encontró respuesta positiva a la suplementación con heno, siendo dependiente del valor nutritivo del mismo. En este trabajo se utilizaron henos de pradera con diferencias en DMO. Los suplementados superaron la respuesta de los animales sólo sobre pasturas. Mejor valor nutritivo del heno se refleja en mayores ganancias diarias. Resultados similares fueron publicados por Ahunchain y col. (1992), obteniendo ganancias diarias elevadas (800 g/día) luego de una

suplementación con heno de pradera cuando la AF fue baja (≤ 1,5% PV).

#### SUPLEMENTACIÓN CON ENSILAJES

En el Cuadro 4 se presentan resultados nacionales de suplementación con ensilajes de diferente origen. A bajas AF la suplementación a voluntad con ensilaje de maíz, trigo o de pradera permite obtener ganancias medias a altas que pueden alcanzar los 700 a 900 g/día.

**Cuadro 4** - Respuesta de novillos sobreño (200-360 kg) a la suplementación con distintos ensilajes sobre pasturas sembradas.

Pastoreo				Suplementación			Autor
Pastura	Tratamiento	% AF	g/día	% PV	Ensilaje	g/día	
Pradera		< 1,5		Ad Libitum	Trigo PE	760	Cibils (1994) (prom. 3 años)
				Ad Libitum	Maíz PE	780	
				Ad Libitum	Rast. Sorgo	300	
				Ad Libitum	Pradera	760	
Pradera		1		Ad Libitum	Alfalfa	696	Gomes de Freitas y col. (2003)
				Ad Libitum	T. Rojo	1268	
				Ad Libitum	Lotus	980	
Pradera		3	636	-	-	-	Vaz Martins y col. (2005)
		2,5		0,5	Maíz PE	864	
		2		1	Maíz PE	862	
		1,5		1,5	Maíz PE	920	
Pradera	24 hs	4	1319	-	-	-	Vaz Martins y col. (1998)
	2 hs AM	4		Ad Libitum	Maíz PE	1341	
	2 hs AM/ 2 hs PM	4		Ad Libitum	Maíz PE	1352	
		-		Ad Libitum	Maíz PE	582	
		-		Ad Libitum	Maíz PE + EG	957	

PE = Planta entera, EG = Expeler de Girasol

Ensilajes de materiales de menor valor nutritivo, como rastrojos de sorgo, permiten alcanzar ganancias moderadas de 300 g/día en bajas AF. El uso de esta opción debería ser considerada para aumentar la producción animal en situaciones de déficit en disponibilidad y valor nutritivo del forraje, y no en sistemas que tienen como objetivo promover altas ganancias individuales. El ensilaje es una muy buena alternativa para aumentar la carga animal y productividad del sistema ganadero, particularmente cuando su uso se realiza en momentos de escasez de crecimiento de forraje y en categorías adultas.

Trabajos realizados en INIA La Estanzuela con novillos en terminación, compararon el pastoreo con el uso de silo de planta entera de maíz en diferentes proporciones en la dieta total, complementado con horas de acceso a pastoreo de praderas o suplementando con concentrados proteicos. En términos generales, los tratamientos sólo a pasturas generaron muy buenas ganancias diarias de peso (1319 g/día) al igual que aquellos que permitían un acceso a ensilaje de planta entera de maíz ad libitum con 2-4 horas de pastoreo sobre una pastura con una alta proporción de leguminosas.

Cuando el ensilaje de maíz fue el único componente de la dieta de los animales, las ganancias se redujeron a la mitad (582 g/día). Esta situación mejora cuando se suplementa el ensilaje de maíz con expeler de girasol (950 g/día). Tanto el agregado de suplementos proteicos como la inclusión de horas de pastoreo de pradera tienen como objetivo principal incrementar y balancear el nivel de PC en la dieta y mejorar la performance animal.

## CONSIDERACIONES FINALES

En base a la información presentada en este artículo, se destaca que a bajos niveles de AF (< 2% PV), la inclusión de la suplementación con concentrados energéticos, henos o ensilajes de planta entera de maíz, trigo o pradera son aconsejables para mejorar las ganancias diarias de peso de los novillos y aumentar la productividad global del sistema.

La inclusión de cualquiera de estos suplementos genera un efecto aditivo, dado que la disponibilidad de pasturas es limitante para una adecuada respuesta animal. En la definición de umbrales de ganancia de peso vivo a alcanzar, se recomienda ajustar los requerimientos de energía y proteína animal, donde el suplemento, la cantidad y forma de suministro cumplen un rol clave.

Suplementaciones con AF intermedias (entre 2 y 3,5 % PV) generan un efecto de adición con sustitución de parte del forraje por el suplemento. En estas situaciones el valor nutritivo del suplemento es importante en la respuesta esperada, donde ensilajes de buen valor nutritivo y concentrados energéticos serían recomendables.

En estos niveles de AF la suplementación con henos parece no ser recomendable.

En AF superiores (3,5 a 6% PV) no parece lógico suplementar con henos o ensilajes, ya que se promovería un importante efecto de sustitución del suplemento por la pastura. Esta estrategia solo sería recomendable si se busca “generar un banco de forraje” para ser utilizado en otros momentos del ciclo productivo.

En condiciones de altas AF se obtienen respuestas positivas cuando la suplementación con concentrados energéticos se realiza sobre pasturas de bajo valor nutritivo, tal es el caso de pasturas sembradas durante el otoño (bajo % MS y FDN y alta relación proteína soluble/carbohidrato soluble) y verano (bajo % DMO).

La ECS, el costo del suplemento y su suministro, así como el precio obtenido por kg extra de novillo producido, determinarán el monto máximo a pagar por el suplemento.

El precio de equilibrio define la conveniencia o no de suplementar. Se debe además considerar los efectos potenciales adicionales de la suplementación sobre el aumento de la capacidad de carga animal del sistema productivo, el efecto en la mejora de la terminación y en la calidad de la canal y la carne y también su función estratégica de reducir el riesgo frente a inclemencias climáticas.

## MATERIAL DE CONSULTA

MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2000. Actualización en utilización de verdes invernales. Publicación técnica N° 30. INTA Gral. Villegas. p. 1-35.

MIERES, J.M. 1996. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. In: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. INIA. Serie actividad de difusión N° 96. p. 1-6.

MONTOSSI, F.; GUTIÉRREZ, D.; PRAVIA, M.I.; PORCILE, V.; CUADRO, R.; JAURENA, M.; AYALA, W. 2013a. Caracterización del componente pasturas y forrajes en predios del GIPROCAR II: disponibilidad, crecimiento, composición botánica y valor nutritivo. In: Invernada de precisión: pasturas, calidad de carne, genética, gestión empresarial e impacto ambiental. Serie técnica N° 211. p. 69-108.

MONTOSSI, F.; DE BARBIERI, I.; DIGHIRO, A. 2013b. El uso de la altura del forraje: una herramienta disponible para el manejo eficiente de sistemas pastoriles orientados a la producción ovina. Serie técnica N° 206. p. 159-182.

VAZ MARTINS, D. 1999. El proceso de intensificación de la invernada hacia la producción de carne de calidad. En: Jornada de ganadería intensiva. Serie actividad de difusión N° 213. p. 33-41.





# USO EFICIENTE DE LA MANO DE OBRA: SUPLEMENTACION INVERNAL INFRECUENTE DE TERNEROS SOBRE PRADERAS

Ing. Agr. Ximena Lagomarsino  
Ing. Agr. PhD. Juan Manuel Soares de Lima  
Ing. Agr. PhD. Fabio Montossi

Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

## EL CONTEXTO

Varios trabajos de investigación realizados por el equipo del Programa Nacional de Producción de Carne y Lana de INIA han demostrado la importancia del uso de suplementación invernal en el primer año de vida de terneros para promover su crecimiento y desarrollo posterior, particularmente en situaciones de pastoreo sobre campo natural.

Los principales objetivos productivos relacionados con la intensificación del sistema de cría y engorde en sistemas ganaderos son:

- Lograr al comienzo del primer invierno de vida de los terneros un peso aproximado de 160-180 kg,
- Obtener ganancias tales que permitan llegar a los 14 -15 meses de edad, con un novillito con un peso vivo promedio igual o superior a los 300 kg,

• Esto permitiría obtener un producto con la opción de elegir diferentes destinos: sistema de engorde en confinamiento, venta de ganado en pie o terminación dentro del mismo predio o su venta a productores dedicados a la invernada.

Sin embargo, el logro de estos objetivos conlleva necesariamente una intensificación en el uso de los recursos disponibles, así como la necesidad de promover una aplicación más eficiente de los mismos, entre los que se destaca el uso de la mano de obra.

En base a ello, desde hace varios años en INIA se comenzó la búsqueda de estrategias de manejo que faciliten el uso eficiente de la mano de obra con el objetivo de obtener una mayor adopción de la tecnología de la suplementación estratégica, tanto para ganado bovino como ovino.

Existen antecedentes nacionales de investigación previa con esta orientación, como los realizados en forma

pionera abordando la suplementación infrecuente en INIA La Estanzuela (La Manna *et al.*, 2007) en sistemas intensivos de producción de carne, y luego este enfoque fue aplicado en INIA Tacuarembó por el grupo de producción animal (Luzardo *et al.*, 2012) a nivel de la ganadería extensiva, sobre campo natural. Ambos estudios presentaron resultados auspiciosos, ya que permitieron hacer un uso más eficiente de la mano de obra en la suplementación tanto de terneros como de novillos sin comprometer necesariamente el crecimiento de los animales.

Siguiendo esta línea de investigación durante los años 2011 y 2012, en la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó, se evaluó la conveniencia de aplicar esta tecnología en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas y la suplementación con afrechillo de arroz en la región del Basalto.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

El objetivo general de estos estudios fue evaluar el efecto de la suplementación infrecuente sobre la recría invernal de terneros Hereford a pastoreo sobre una pradera mejorada en la región de Basalto.

El suplemento utilizado fue afrechillo de arroz sin desgrasar. La elección del mismo surge de estudios previos, donde se compararon diferentes alternativas de suplementos y los resultados mostraron que el afrechillo de arroz es una buena alternativa económica y biológica para la mejora del proceso de recría invernal.

El periodo de acostumbamiento al consumo de suplemento tuvo una duración de 10 días.

La base forrajera utilizada fue una pradera sembrada en el año 2009 con trébol blanco (cv. Zapicán), *Lotus corniculatus* (cv. INIA Draco) y festuca (cv. Quantum); a su vez presentaba raigrás espontáneo proveniente de la regeneración de siembras previas.

En ambos años (2011 y 2012), el trabajo fue dividido en dos etapas, la primera durante el periodo invernal

donde se aplicaron 4 tratamientos y la segunda durante la primavera en donde los animales recibían el mismo manejo (Cuadro 1).

Adicionalmente, los terneros tuvieron acceso ilimitado al consumo de agua y a suplementos minerales en forma de bloques con el objetivo que estos cubrieran sus necesidades. Se aplicó el paquete sanitario recomendado para esta categoría. En cuanto a las condiciones climáticas, principalmente en lo que se refiere a temperatura y precipitaciones, es importante resaltar que al comienzo del experimento del año 2011 las mismas fueron más favorables que en el año 2012.



**Cuadro 1** - Tratamientos experimentales.

Estación	Tratamiento	Suplementación <sup>1</sup>	AF (%PV)
Invierno	T	No corresponde (testigo)	2,5
	TLD	0,8% del PV, todos los días.	
	LaV	1,12% del PV, de lunes a viernes.	
	DpM	1,6% del PV, día por medio.	
Primavera	Igual manejo	No corresponde	4,0

<sup>1</sup>: Más allá de la distribución diferencial del suplemento en el tiempo, el nivel de suplementación total ofertado para todos los tratamientos a lo largo de la semana fue igual, alcanzando el 0,8% del PV de los animales.

**Cuadro 2** - Características del forraje ofrecido y remanente según año (2011 y 2012) y estación productivas (invierno y primavera).

Año	2011				2012			
Estación	Invierno		Primavera		Invierno		Primavera	
Pastura	Ofrecido	Remanente	Ofrecido	Remanente	Ofrecido	Remanente	Ofrecido	Remanente
Forraje disponible (kgMS/ha)	3400	1450	6500	3100	1500	900	2600	1500
Altura (cm)	21	5	44	11	10	4	21	9
% leguminosas	32	22	10	2.5	4	1	16	5
% de raigrás	62	62	85	94	70	57	67	71

**CARACTERÍSTICAS DE LA BASE FORRAJERA UTILIZADA**

En el Cuadro 2 se presentan las características principales del forraje ofrecido y remanente durante los dos periodos de estudio empleados para ambos años. Entre años podemos encontrar diferencias notorias en cuanto a disponibilidad de materia seca (ofrecida y rechazada) y en la calidad del forraje. Durante el primer año de estudio se dispuso de una pradera de tercer año de edad, con una muy buena disponibilidad de forraje de alto valor nutricional y alta proporción de leguminosas. En el segundo año de estudio, las condiciones fueron muy contrastantes y la disponibilidad de forraje fue significativamente inferior a la lograda en el primer año, lo mismo ocurrió con el aporte de leguminosas, con el correspondiente aumento en la proporción de raigrás espontáneo y malezas.

Como se observará más adelante, estas diferencias entre años repercutieron directamente en la respuesta animal obtenida según tratamientos y eficiencia de conversión del alimento lograda.

**RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

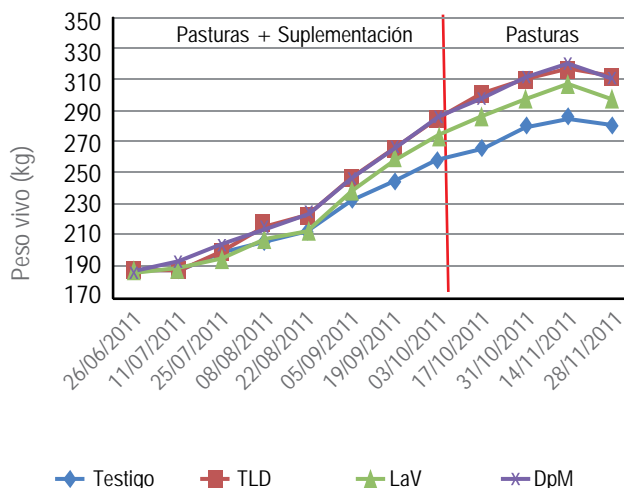
**Año 2011**

Al inicio del experimento los animales no presentaron diferencias significativas de PV entre tratamientos, siendo el mismo en promedio de 186,4 kg. Esta tendencia se mantuvo por un tiempo hasta el comienzo de la primavera donde se comenzaron a observar diferencias entre los tratamientos suplementados y el grupo testigo (Figura 1).

Las ganancias de PV fueron consideradas muy buenas durante todo el periodo experimental, superando los 600 gramos por animal por día (g/a/d). No existieron diferencias en la respuesta animal entre las diferentes formas de aplicar el nivel de suplementación del 0,8%

del PV a lo largo de la semana. En trabajos similares con novillos a asignaciones de forraje (AF) del 4% del PV sobre pasturas mejoradas y suplementación con grano de maíz, no se observaron diferencias entre diferentes frecuencias de suplementación (Fernández *et al.*, 2005). Las medidas tomadas por ultrasonido (área de ojo de bife y espesor de grasa) presentaron la misma respuesta que la ganancia de PV.

En la primavera, donde los animales se manejaron en las mismas condiciones (4% AF) sobre la misma pradera mejorada, no se registró un importante efecto de crecimiento compensatorio que permitiera compensar las importantes diferencias logradas durante el periodo invernal, entre los tratamientos suplementados y el tratamiento testigo. Se observan durante el periodo de estudio altas cargas animales por unidad de superficie (medida como terneros/ha o unidades ganaderas).



**Figura 1** - Evolución de peso vivo (kg) según tratamiento (invierno y primavera) en el año 2011 (línea roja identifica el fin del ensayo y comienzo del manejo conjunto posterior).



**Cuadro 3** - Resultados de la producción animal obtenidos en el año 2011.

	Tratamiento			
	Testigo	TLD	LaV	DpM
PV inicial (kg)	186,7	186,3	186,7	186,5
PV fin suplementación (kg) <sup>1</sup> (99 días)	259,2	284,7	275	287,4
PV final (kg) <sup>2</sup> (155 días)	281,9	313,7	298,8	312,5
Ganancia media diaria (kg/a/día) <sup>1</sup>	0,734	1,000	0,901	1,007
Ganancia media diaria (kg/a/día) <sup>2</sup>	0,627	0,824	0,736	0,808
Área de ojo de bife final (cm <sup>2</sup> )	37,5	40,5	42,2	41,6
Espesor de grasa subcutánea final (mm)	2,34	2,74	2,65	2,92
Espesor de grasa P8 final <sup>3</sup> (mm)	2,35	2,89	2,84	2,93
Carga (terneros/ha)	6,3	5,7	6,1	5,7
Unidades ganaderas (UG/ha)	3,7	3,5	3,7	3,6
Eficiencia de conversión (kg supl/kg PV adicional)	-	6,7	11,5	6,1
Producción de PV (kg/ha) período de suplementación invernal	452,4	557,7	539,6	567,8
Producción de PV (kg/ha) período total <sup>2</sup>	560,9	704,9	648,0	701,4

<sup>1</sup> Final del período de suplementación (invierno). <sup>2</sup> Final del período de experimentación (invierno + primavera). <sup>3</sup> P8 Espesor de grasa a la altura del cuadril.

Debido a las buenas ganancias de PV promedio que se obtuvieron con estas estrategias de alimentación, se alcanzaron excelentes productividades por unidad de superficie (kg PV/ha) al final de la evaluación.

Las eficiencias de conversión del alimento con respecto al testigo fueron moderadas. Esto se debe principalmente a la alta disponibilidad y valor nutritivo del forraje ofrecido y a la asignación de forraje utilizada (Cuadro 3).

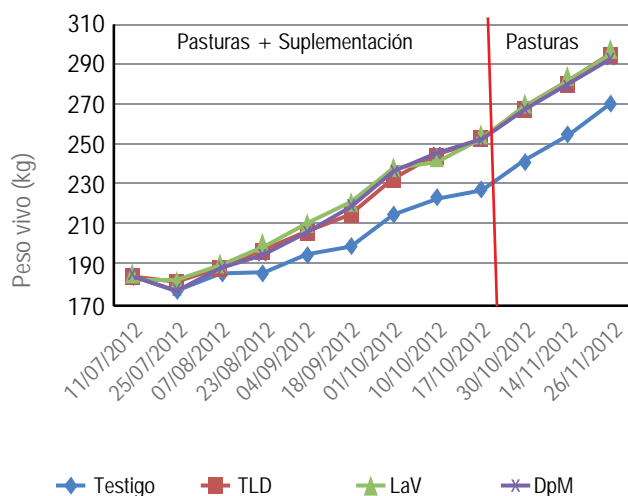
## Año 2012

En este segundo año de evaluación los animales comenzaron con un PV promedio de 184 kg, sin encontrarse diferencias entre tratamientos. A medida que fue transcurriendo el período de estudio, se observó un marcado efecto de la suplementación, independiente de su frecuencia de suministro, con respecto al tratamiento testigo (Figura 2), donde las ganancias de PV en el grupo testigo se encontraron en los 400 g/a/d aproximadamente. En cambio, en los tratamientos suplementados, estas superaron los 600 g/a/d. Nuevamente, como sucedió en el año 2011, no presentaron diferencias entre las diferentes modalidades de suministro (frecuencias) de una misma cantidad de suplemento.

En cuanto a las medidas tomadas en el área del ojo de bife, este fue, en general, inferior en el tratamiento que no recibió suplemento. No se observó un efecto marcado de la suplementación en el grado de engrasamiento de los animales. En estas condiciones de menor abundancia de forraje durante el año 2012, nuevamente el crecimiento compensatorio del tratamiento testigo du-

rante la primavera no fue lo suficientemente importante como para alcanzar los tratamientos suplementados. La carga animal durante el período experimental fue inferior al año anterior debido a la menor disponibilidad de forraje.

Las eficiencias de conversión fueron similares al año 2011. La producción de PV por unidad de superficie fue superior en los tratamientos que recibieron afrechillo con respecto al testigo.



**Figura 2** - Evolución de peso vivo (kg) según tratamiento (invierno y primavera) en el año 2012 (línea roja identifica el fin del ensayo y comienzo del manejo conjunto posterior).

**Cuadro 4** - Resultados del producción animal obtenidos en el año 2012.

Variable	Tratamientos			
	Testigo	TLD	LaV	DpM
PV lleno inicial (kg)	183,8	183,4	183,9	183,8
PV lleno final (kg) <sup>1</sup> (91 días)	222,8	244	242,6	245,7
PV lleno final (kg) <sup>2</sup> (168 días)	265,2	285,7	287,1	284,6
Ganancia media diaria (kg/a/día) <sup>1</sup>	0,440	0,673	0,603	0,660
Ganancia media diaria (kg/a/día) <sup>2</sup>	0,501	0,646	0,642	0,613
Área de ojo de bife final (cm <sup>2</sup> )	39,7	40,6	43,0	42,4
Espesor de grasa subcutánea final (mm)	2,14	2,00	2,16	2,10
Espesor de grasa P8 final <sup>3</sup> (mm)	2,24	2,30	2,84	2,40
Carga (terneros/ha)	4	4	4	4
Unidades ganaderas (UG/ha)	2,14	2,25	2,24	2,26
Eficiencia de conversión (kg supl/kg PV adicional)	-	6,7	8,0	6,6
Producción de PV (kg/ha) período suplementación invernal	156,0	242,4	234,8	247,6
Producción de PV (kg/ha) período total <sup>2</sup>	325,6	409,2	412,8	403,2

<sup>1</sup> Final del periodo de suplementación (invierno). <sup>2</sup> Final del periodo de experimentación (invierno + primavera). <sup>3</sup> P8 espesor de grasa a la altura del cuadril.

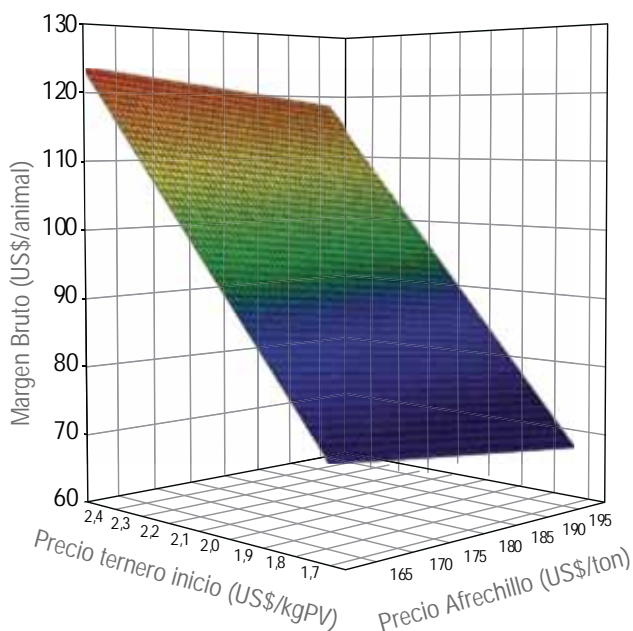
Las eficiencias de conversión logradas en ambos años no son muy destacadas, evidenciando una importante sustitución de forraje por concentrado, posiblemente asociado al nivel moderado de AF (2,5%) utilizado y su alto valor nutricional, especialmente en el año 2011. Se debe destacar que el objetivo es generar ganancias diarias altas para poder disponer de un animal de más de 300 kg previo al verano.

### EVALUACIÓN ECONÓMICA DE RESULTADOS PRODUCTIVOS LOGRADOS

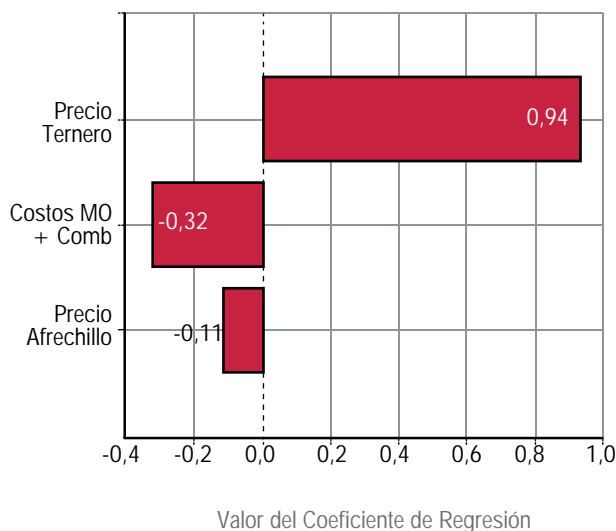
Para el análisis económico se utilizan precios actuales (junio 2014, [www.acg.com.uy](http://www.acg.com.uy)). En función del momento de finalización de la suplementación (octubre) se asumen precios finales que corresponden a la categoría de novillos de sobreaño.

En la Figura 3, se presentan para las ganancias promedio de los 2 años de ensayo, los márgenes brutos a obtener por animal en función de diferentes combinaciones de precios del ternero (se toma el precio del ternero de 140 kg PV como referencia) y precios del afrechillo de arroz para el tratamiento de suplementación día por medio (DpM; que fue seleccionado por su mejor respuesta económica dentro de los tratamientos suplementados utilizados).

Como se puede observar, se verifica una alta sensibilidad del margen bruto al precio del ternero, de mucha mayor magnitud que la variación asociada al precio del afrechillo de arroz. Del punto de vista ilustrativo, los mayores márgenes económicos se identifican con el color



**Figura 3** - Margen bruto logrado por animal (US\$/animal) en función del precio del ternero y del suplemento para el tratamiento de suplementación día por medio (DpM).



**Figura 4** - Sensibilidad del margen bruto logrado mediante suplementación infrecuente (DpM) a la variación del precio del ternero, afrechillo de arroz y a los costos directos operativos de suplementar.

naranja intenso y los menores con el azul intenso, y los restantes colores y matices son valores intermedios entre ambos.

Es de destacar que bajo el supuesto aquí considerado de que la relación entre el ternero liviano y el ternero pesado es lineal (en otras palabras no se modifica la relación liviano/pesado), los márgenes más altos se obtienen con altos precios del ternero. Se observan márgenes brutos positivos en todas las combinaciones simuladas, resaltando los valores de más de 100 US\$/animal, cuando en general, el valor del ternero al inicio de la suplementación supera los 2 US\$/kg y el precio de la tonelada de afrechillo de arroz es menor a 180 US\$.

En lo que respecta a la frecuencia de suplementación, los costos operativos representan un alto peso en los costos totales. Ello se asocia a que se utilizan bajas cantidades de suplemento (0.8% del PV) de un alimento de bajo costo relativo frente a otras alternativas de granos o sus subproductos en el mercado.

En la Figura 4, se presentan los coeficientes de regresión asociados a la incidencia de 3 variables sobre el margen bruto por animal logrado:

- precio del ternero de 140 kg PV (mínimo 1.60 US\$/kg; mediana 2.30 US\$/kg; máximo 2.50 US\$/kg),
- precio del afrechillo de arroz (mínimo 160 US\$/t; mediana 180 US\$/t; máximo 200 US\$/t) y
- costos operativos (mano de obra + combustible; siendo mínimo, mediana y máximo asumidos de 10, 13 y 18 US\$/animal, respectivamente).

Los coeficientes indican la magnitud de su efecto sobre la variable económica analizada (margen bruto).

Como se observa en la Figura 4, el precio del ternero define fuertemente la variabilidad del margen bruto de esta tecnología (mayor precio=>mayor margen), seguido por los costos operativos (mayor costo=>menor margen) y en último lugar aparece el precio del afrechillo de arroz (mayor precio=>menor margen).

## PRINCIPALES REFLEXIONES SOBRE LAS IMPLICANCIAS PRÁCTICAS, PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS DE LA SUPLEMENTACIÓN INFRECUENTE EN PREDIOS GANADEROS

De la información presentada se destaca:

- Los resultados encontrados en los años contrastantes estudiados en términos de edad, disponibilidad, composición botánica y valor nutritivo de la pastura mejorada y las condiciones climáticas y sobre la base de una AF del 2,5% -sin suplementación- demuestran que es posible obtener ganancias de peso invernales en terneros pesados en el rango de 450 a 700 g/a/d.
- La suplementación con afrechillo de arroz permitió mejorar las tasas de ganancia durante el periodo invernal, y según el año se lograron ganancias promedio del rango de 650 a 970 g/a/d.







- Al utilizar como suplemento afrechillo de arroz sin desgrasar, se recomienda no superar una asignación mayor al 1% del PV en terneros, para evitar trastornos digestivos que afecten la productividad, salud y bienestar animal. También es importante un periodo de adaptación de 7 a 10 días al consumo de este suplemento, para evitar este problema, particularmente con animales dominantes, así como emplear una supervisión cercana.

- Las distintas frecuencias de suministro de suplemento (diario, de lunes a viernes y día por medio) de una misma cantidad semanal de 0,8% del PV de afrechillo de arroz, no determinan diferencias en las ganancias de PV, ni en la composición de los tejidos así como en la producción obtenida por unidad de superficie.

- Con una AF del 4% del PV sobre pasturas mejoradas en primavera, se observó que a pesar de los crecimientos compensatorios, las diferencias de PV entre el testigo a pasturas y los animales suplementados estuvieron en el rango de 20 a 30 kg al fin de la primavera.

- La producción de PV por unidad de superficie con esta categoría eficiente, y sobre pasturas mejoradas y sin uso de suplementos, permite niveles de productividad de 320 a 560 kg PV/ha en un periodo aproximado de 5 a 6 meses. Con el uso de afrechillo de arroz, la producción de PV/ha presenta un marcado aumento llegando a nivel de 400 a 700 kg/ha. Esto promueve sistemas de cría más eficientes (reducción de la edad de faena y aumento de la productividad global del sistema productivo).

- Esta propuesta en sistemas ganaderos extensivos permite producir terneros con más de 300 kg con una

edad menor a los 15 meses y ampliar la oferta de productos por parte del productor ganadero.

- En la suplementación tradicional (diaria) los gastos operativos (mano de obra + combustible) elevan sustancialmente los costos, llegando a representar casi un 40% del costo total. Los tratamientos de oferta infrecuente de suplemento “lunes a viernes” y fundamentalmente “día por medio” reducen sustancialmente estos costos y favorecen la viabilidad económica de esta propuesta. Esta también permitiría mejorar la eficiencia del uso de equipamiento e infraestructura y liberar tiempo (ej. los sábados y domingos) para otras actividades laborales y/o recreativas del productor y de sus colaboradores y familia.

- Desde el punto de vista económico, el uso de este tipo de suplementos de bajo costo sobre praderas mejoradas, puede resultar más conveniente cuando se requieren altas ganancias de peso (ej. alcanzar peso de entore a los 15 meses, novillos o vaquillonas para la cuota 481, otros). En caso de buscar ganancias más moderadas, para otros fines productivos y económicos, se abren nuevas oportunidades de mejora de la eficiencia a través del uso de menores AF (<2.5% del PV).

#### REFERENCIAS

Fernández, E.; La Manna, A.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación en novillos y corderos pastoreando pradera sin restricción de forraje. In: Jornada Producción animal intensiva, Serie de actividades de difusión N° 406:54.

La Manna, A., Fernández, E., Mieres, J., Banchemo, G., Vaz Martins, D. 2007. Suplementación Infrecuente. ¿Es posible trabajar menos y producir lo mismo? En: Revista INIA N°10. pp. 15 - 18.

Luzardo, S., Montossi, F., Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación infrecuente en crías sobre campo natural. En: Revista INIA N°28. pp. 8 - 12.





# MANEJO DE LA RECRÍA EN LOS TAMBOS: APORTES DESDE INIA

Ing. Agr. MSc Alejandro Mendoza;  
Ing. Agr. MSc Yamandú Acosta;  
DCV MSc Tatiana Morales; Ing. Agr. Lorena Román;  
Téc. Agr. Marcelo Pla;  
Ing. Agr. PhD Alejandro La Manna

Programa Nacional de Producción de Leche

## IMPORTANCIA DE LA RECRÍA EN EL TAMBO

La recría de las terneras y vaquillonas es un período clave en la vida del animal, ya que el manejo que reciba en estas etapas tempranas puede definir su productividad futura. Sin embargo, debido a que la recría ocupa área y demanda gastos e inversiones pero no genera ingresos hasta el inicio de la primera lactancia o la venta del animal, normalmente no recibe tanta atención como las vacas en producción. El manejo que terminan recibiendo resulta en recrías muy largas, y explica parcialmente por qué, según datos del Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero, la edad media al primer parto es de casi 3 años, muy lejos del valor considerado como óptimo desde un punto de vista biológico y económico.

El objetivo de la recría de reemplazos es proveer al tambo de animales saludables y capaces de expresar todo su potencial productivo durante su permanencia en el

tambo. Ello se logra a través de un manejo que promueva un óptimo crecimiento y desarrollo del animal, y de su glándula mamaria. El plazo para alcanzar este objetivo debería ser el más corto posible, siempre que no comprometa la salud o la producción futura, de manera de reducir el período en que el animal no produce leche, lo que hace necesario definir metas sobre qué edad, peso y grado de desarrollo debe alcanzar al primer parto.

## METAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO

En general, programar el primer parto de las vaquillonas a los 24-27 meses de edad tiene ventajas productivas y económicas respecto a edades mayores o menores. La producción acumulada en toda la vida productiva del animal es mayor cuando las vacas paren con 24-27 meses respecto a edades mayores, aún cuando la producción en la primera lactancia pueda ser algo menor. Manteniendo un peso mínimo al parto no habría mayores



problemas de distocia o fertilidad en el posparto cuando los animales paren por primera vez a esa edad.

Si las vaquillonas llegan al primer parto con un peso muy bajo deben destinar más reservas corporales para crecer y no para producir leche. Por eso se ha reportado una relación positiva entre peso al parto y producción de leche. Para vacas con un peso adulto de 620 kg, se sugiere que el peso al primer parto que maximiza la producción de leche debe ser al menos de 530 kg, u 82 a 85% del peso adulto; este último valor podría ser usado de forma tentativa en caso que el peso adulto del rodeo fuera diferente.

Conocidos el peso y edad óptimos al primer parto, hay que establecer las ganancias de peso requeridas, y que no afecten el desarrollo de la glándula mamaria del animal. A partir de los dos o tres meses de edad, y hasta el inicio de la pubertad, la glándula crece más rápido que el resto del cuerpo. Existe información que sugiere que altas ganancias de peso en esta etapa pueden causar un excesivo engrasamiento de la glándula y afectar su desarrollo, comprometiendo la producción futura del animal. Para vaquillonas de razas lecheras con un peso adulto de 620 kg se ha reportado que la ganancia de peso antes de la pubertad que maximiza la producción de leche en la primera lactancia es 800 g/día, y que valores por encima de 900 g/día podrían resultar en una disminución de esa producción.

Además de la edad y peso con que las vaquillonas llegan al parto, hay que considerar su desarrollo corporal para evitar problemas al parto. En el Cuadro 1 se detalla el peso y la altura que deberían alcanzar los animales en distintas etapas de la recría, expresado como porcentaje del peso y la altura a la cruz al momento del parto. Para vaquillonas con un peso adulto de 620 kg, debería ser al menos 530 kg (sin el ternero ni la placenta) y 135 cm.

**SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE LA RECRÍA**

No hay un único sistema de alimentación para lograr las metas indicadas, y por eso la recría podría hacerse tanto con pasturas de alta calidad como en confinamiento. A medio camino entre estos extremos están los sistemas mixtos, donde el encierro se implementa de forma coyuntural, según la oferta de forraje del predio u otros factores. Por eso, la elección de un sistema u otro dependerá de las necesidades del predio y de la disponibilidad de recursos.

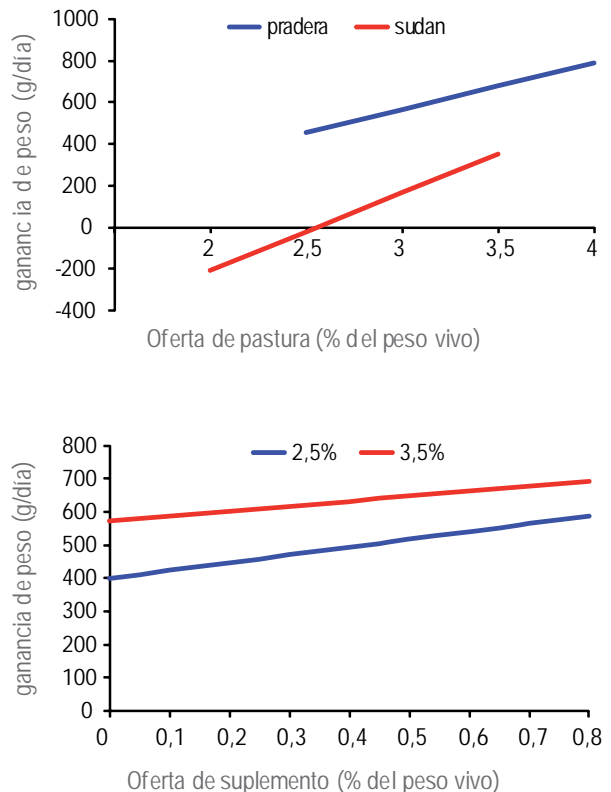
Con respecto a las pasturas templadas, las mismas son un excelente alimento para la recría de reemplazos, si bien las variaciones estacionales en cantidad y calidad pueden dificultar el logro de las metas previstas si se las usa como único alimento. En estos casos es necesario usar suplementos energéticos y/o proteicos. En INIA La Estanzuela, bajo la dirección del Ing. Agr. Juan Mieres, se realizaron una serie de experimentos para cuantificar la respuesta de vaquillonas ante cambios en la oferta de distintas pasturas y/o suplementos. Por ejemplo, en un experimento realizado en invierno con terneras de 130

**Cuadro 1** - Peso y altura a la cruz a alcanzar, en porcentaje, durante la recría con respecto a los valores objetivo al momento del parto (530 kg sin ternero ni placenta, y 135 cm, respectivamente), correspondientes a una vaquillona de 620 kg de peso adulto.

	Edad (meses)	
	6	12
Peso, kg (en %)	31	54
Altura a la cruz, cm (en %)	73	87

kg, se estudió el impacto de variar la cantidad ofrecida de una pradera de festuca, lotus y trébol blanco, durante invierno e inicio de primavera. Las ofertas evaluadas fueron equivalentes a 2,5, 3, 3,5 y 4% del peso vivo: es decir, se ofertaban 2,5, 3, 3,5 o 4 kg de materia seca de pastura (cortada a 0-1 cm del piso) cada 100 kg de peso vivo del lote de animales.

Como se observa en la Figura 1, las terneras ganaron 460 g/día cuando se les ofreció una cantidad de pradera equivalente a 2,5% del peso vivo. Por cada 0,5% de oferta adicional de pastura hasta 4% del peso vivo, los animales tuvieron una ganancia extra de 113 g/día.



**Figura 1** - Ganancia de peso de vaquillonas según variaciones en la oferta de una pradera de gramíneas y leguminosas o sudangrás (panel superior), o variaciones en el nivel de suplementación con afrechillo de trigo cuando son manejadas con dos ofertas de una pradera de gramíneas y leguminosas (2,5 o 3,5% del peso vivo) (panel inferior).



Sin embargo, en otro trabajo realizado en verano con vaquillonas de 180 kg pastoreando sudangrás, si bien la ganancia diaria aumentó casi 190 g por cada 0,5% de aumento en la oferta de pastura, fue llamativo que con ofertas por debajo de 2,5% las vaquillonas perdieran peso, y con una oferta de 3,5% ganaran solamente 350 g/día. Este resultado pudo estar influenciado por la baja calidad relativa de los verdeos de verano para satisfacer los requerimientos de esta categoría de animales, así como el impacto adverso del estrés calórico en ese verano sobre el desempeño de los mismos.

En otro experimento se evaluó la ganancia de peso de vaquillonas de 210 kg ante cambios simultáneos en la oferta de una pradera de festuca, lotus y trébol blanco (2,5 o 3,5% del peso vivo) y de afrechillo de trigo (0, 0,25, 0,50 y 0,75% del peso vivo, en base fresca). Como se observa en la Figura 1, las vaquillonas sin suplementar ganaron 400 y 560 g/día cuando fueron manejadas con una oferta de pastura de 2,5 o 3,5%, respectivamente. Mientras tanto, dentro del rango de suplementación evaluado, cada aumento de 0,25% en la oferta de concentrado resultó en una respuesta extra de 60 g de ganancia diaria cuando la oferta de pastura fue 2,5%, pero que se redujo a 40 g cuando la oferta de pastura fue 3,5%.

La recría de reemplazos en confinamiento puede ser más costosa que a pastoreo, pero permite liberar área para hacer otras actividades, y lograr más independencia de las condiciones climáticas, lo que permite predecir con más exactitud la ganancia de peso de los animales. Esto es importante si se planea entorar temprano, ya que se debe alcanzar un peso mínimo al servicio. En particular, los animales jóvenes son muy eficientes en términos de conversión de alimento a producto, y por su menor tamaño la cantidad total de alimento que se precisa es menor respecto a si se encierran animales de mayor peso. Por ello, un manejo muy controlado de la alimentación luego del desleche podría tener un gran impacto sobre la eficiencia del proceso de recría.

## ALGUNAS PAUTAS PARA EL MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN DE LA RECRÍA

Una vez elegido el sistema de recría, lo siguiente es ajustar una dieta que cubra los requerimientos de los

animales. Esto es particularmente importante cuando se maneja la recría en condiciones de encierro, donde la alimentación de los animales pasa a depender completamente de nosotros, y por lo tanto, es preciso formular una dieta que aporte todos los nutrientes que precisa el animal, incluso aquellos a los que muchas veces en condiciones de pastoreo no se le asigna demasiada importancia, como los minerales y vitaminas.

Independientemente del sistema elegido, un aspecto nutricional clave es la relación energía-proteína de la dieta, particularmente si se pretende una alta ganancia de peso de las vaquillonas antes de la pubertad. A mayor consumo de energía, la deposición de proteína se vuelve limitante y el exceso de energía se deposita como grasa, afectando el desarrollo mamario.

Por su parte, el ofrecer una cantidad de proteína mayor a lo recomendado podría evitar estos efectos negativos. Se sugiere usar relaciones no menores a 46-48 g de proteína cruda/Mcal de energía metabolizable en animales previo a su pubertad, pero este valor debería aumentar a medida que el animal es más joven y/o la ganancia esperada sea mayor.

Se han realizado en INIA La Estanzuela varios experimentos para establecer las respuestas de vaquillonas ante cambios en la oferta de proteína cuando son manejadas en condiciones de encierro. En un experimento se usaron animales de 210 kg a los que se ofreció ensilaje de maíz como dieta base a razón de 2,3% del peso vivo (en base seca). A su vez, se suplementaron al 0,8% del peso vivo con concentrados a base de: a) grano de maíz solo, b) grano de maíz en mezcla con urea o c) grano de maíz con harina de soja. Los concentrados tenían la misma concentración de energía pero no de proteína. Los datos de este experimento se muestran en el Cuadro 2.

El aumento de la ganancia de peso al incluir urea respecto al tratamiento testigo, probablemente reflejó la mayor ingesta de nitrógeno en esta dieta, mientras que el agregado de harina de soja, además de aportar proteína verdadera, habría estimulado un mayor consumo de ensilaje, y por lo tanto de energía, lo que explicaría las altas ganancias obtenidas en estos tratamientos.

**Cuadro 2** - Consumo y ganancia de peso de vaquillonas alimentadas con ensilaje de maíz y suplementadas con grano de maíz solo o en mezcla con suplementos proteicos.

	Grano de maíz	97% Grano de maíz + 3% urea	Grano de maíz + 42% harina de soja	Grano de maíz + 64% harina de soja
% proteína del concentrado	8	16	23	31
Consumo de ensilaje, % del peso vivo	2,3	2,2	2,9	2,9
Consumo total, % del peso vivo	3,1	3,0	3,6	3,6
Ganancia diaria (gramos)	360	500	990	1100

**Cuadro 3** - Ganancia diaria de peso (gramos) de vaquillonas de 230 kg alimentadas con ensilaje de maíz o heno de pradera y distinto suplemento.

Dieta base	Suplemento		
	Grano húmedo de sorgo	Harina de girasol	Grano húmedo de sorgo + Harina de soja
Ensilaje de maíz	200	750	500
Heno de pradera	470	840	820

En otro experimento realizado con vaquillonas de 230 kg se compararon dietas a base ensilaje de maíz (6% de proteína cruda) o heno de pradera (13% de proteína cruda), ofrecidos al 1,8-1,9% del peso vivo (en base seca), que fueron suplementadas con grano húmedo de sorgo, o harina de girasol, o una mezcla de grano húmedo de sorgo y harina de soja. Los datos se presentan en el Cuadro 3.

Independientemente de los tratamientos, las vaquillonas tuvieron una ganancia de 480 g/día cuando el forraje fue ensilaje de maíz, y 710 g/día cuando fue heno, lo que demuestra la diferencia en el aporte de proteína de cada uno de estos alimentos, y la importancia de suplementar adecuadamente para que no ocurran deficiencias. De hecho, dentro del rango de concentraciones de proteína observadas en las distintas dietas (6 a 16%), se detectó que por cada punto de aumento en dicha concentración, la ganancia de peso aumentó en 52 g/día.

Otro aspecto importante al formular dietas en la recría, particularmente si se usan dietas con una gran proporción de concentrado (tanto a pastoreo o en encierro), es prevenir la acidosis. Una medida importante es proveer una fuente de fibra capaz de promover la rumia y la salivación; en ocasiones ni los ensilajes (si el tamaño medio de las partículas es muy reducido) ni las pasturas de alta calidad aportan cantidades suficientes.

Otra medida preventiva es incluir aditivos como bicarbonato de sodio u óxido de magnesio, capaces de controlar las variaciones agudas en el pH ruminal, y/o ionóforos que inhiben a los microorganismos del rumen que producen ácido láctico, y además mejoran la eficiencia de conversión. El acceso continuo a una fuente de agua de la mejor calidad es otra medida fundamental en cualquier sistema de recría que se planifique.

Además de los aspectos nutricionales ya citados, en cualquier sistema de recría, pero particularmente en aquellos que incluyan el encierro en alguna etapa del proceso, hay que contemplar otros aspectos no nutricionales: por ejemplo, asegurar un área mínima por animal (con acceso a reparo en invierno y sombra en verano), manejar lotes parejos, posibilitar el libre acceso de todos los animales al comedero, son solo algunas de estas variables que hacen al éxito de la recría en el tambo.

En este sentido, el proyecto de recría intensiva de vaquillonas en tambos piloto desarrollado por CONAPROLE

y Facultad de Veterinaria es ilustrativo en cuanto a la importancia de tener en cuenta estos aspectos, y las recomendaciones técnicas para cada uno de ellos pueden ser consultados en la publicación generada en el marco de dicho proyecto.

**A MODO DE SÍNTESIS...**

El volumen de información generado en el país sobre manejo de la cría y recría de reemplazos es muy reducido. Sin embargo, los indicadores disponibles en el país demuestran que la cría y recría de reemplazos en los tambos es justamente una de las áreas donde aún hay mucho por mejorar, y donde el impacto de un mejor manejo puede tener una repercusión muy favorable sobre el tambo, lo que alienta a profundizar los esfuerzos respecto a investigar en esta temática.

Por citar un ejemplo, existe hoy información, generada en el Hemisferio Norte y para sistemas de producción distintos a los de Uruguay, que indican que el manejo nutricional que se haga durante la etapa de cría y recría puede tener un gran impacto en el desempeño futuro de la ternera o vaquillona.

Es por eso que actualmente, el Programa de Producción de Leche de INIA, junto a otras instituciones nacionales, se encuentra abocado a estudiar el impacto que tienen distintas estrategias de manejo de la alimentación en etapas tempranas de los reemplazos (cría y recría), no solo en el corto y mediano plazo, sino sobre el desempeño futuro de los animales, una vez que comienzan a producir leche.





# CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE VARROOSIS

Yamandú Mendoza - INIA La Estanzuela  
Estela Santos - Facultad de Ciencias - UdelaR  
Matías Maggi - UNMP  
Jorge Harriet - DILAVE

## INTRODUCCIÓN

La varroosis es considerada el problema sanitario que mayores pérdidas económicas genera a los apicultores, tanto en Uruguay como en la apicultura mundial. Es un problema complejo, que para su manejo correcto exige comprender aspectos que influyen en el desarrollo de la plaga, e integrarlos a un abanico de medidas de manejo posibles, entre las cuales cada apicultor debe decidir su aplicación.

Es importante destacar que la situación de cada apiario y cada apicultor es única. Esto dificulta la realización de recomendaciones esquemáticas y obliga a los productores apícolas a entender el problema en forma integral. Para esto se hace necesario conocer los factores que predisponen a la enfermedad y las distintas maneras en que se puede atacar el problema. El presente artículo pretende brindar conceptos de manejo de la plaga y brindar información sobre las medidas de control.

## FACTORES QUE PREDISPONEN Y FAVORECEN EL DESARROLLO DE VARROOSIS

El conocimiento de factores que influyen en la dinámica poblacional de varroa (*Varroa destructor*) es condición indispensable para realizar un correcto manejo del problema.

### Estrés nutricional

Es frecuente ver apiarios donde las colmenas sufren períodos de hambruna, que pueden ser explicados por flujos de néctar y polen que se interrumpen de un día para el otro o por falta de graduación en la oferta de esos alimentos. En los últimos años han ocurrido cambios en la cobertura vegetal en zonas de fuerte tradición apícola. Estos cambios en el entorno de la colmena han disminuido la diversidad y la cantidad de oferta de polen y néctar. De este modo, se debe esperar aumentos en



los niveles de infección y del daño que provoca varroa si las colmenas sufren períodos de hambruna o algún tipo de desbalance nutricional.

### Alta densidad de colmenas

La concentración de numerosos apiarios en un área reducida aumenta la dispersión horizontal de varroa, lo que genera niveles de reinfestación que agravan y dificultan el manejo de la varroosis. La disminución de áreas productivas, así como la dificultad de acceder a muchos predios para instalar apiarios en algunas zonas, ha provocado la concentración de apiarios en otras. Otra situación que provoca alta densidad de colmenas es la trashumancia de colmenas a la producción de miel en montes de eucaliptos.

### Estrés provocado por traslados

Todo transporte de colmenas provoca estrés en las mismas, lo que predispone a las colonias a problemas sanitarios. La magnitud de esto depende de las condiciones de traslado y del estado sanitario de las colmenas al momento del mismo.

### Intoxicación

El contacto de las abejas con sustancias tóxicas provoca que la colonia sea más susceptible a varroa. En gran parte del Uruguay las abejas conviven con dosis subletales de toxinas, resultado del uso de fitosanitarios en la agricultura y de acaricidas usados por el apicultor.

### Otros problemas sanitarios asociados

Varroa es vector de otros organismos patógenos (principalmente virus) que afectan las colonias y las predispone a otras enfermedades (ej. nosemosis). En muchos casos la asociación de estos patógenos es lo que provoca que los perjuicios sobre las colonias sean más severos.

### MANEJO CORRECTO DE VARROOSIS

*LOS ACARICIDAS UTILIZADOS DEBEN SER APROBADOS POR EL MGAP Y SE DEBEN RESPETAR LAS INDICACIONES DE LA ETIQUETA*

**Tratamiento otoñal o inmediato a la cosecha.** En algunas zonas (principalmente en el norte, centro y este del país) la aplicación de un único tratamiento en otoño, que logre un buen control, es suficiente para llegar al otoño siguiente sin que varroa provoque daños. Estas son zonas donde hay menor historia de tratamientos químicos y al aplicarlos en otoño quedan bajos niveles de infestación del ácaro. En esos casos la tasa de crecimiento poblacional del ácaro es tal que permite que se pueda llegar al otoño siguiente sin problemas. En

otras zonas (principalmente en el litoral oeste del país) aumentan los factores predisponentes que favorecen el desarrollo y dispersión de varroa y la situación es más problemática. En estas zonas el paisaje del entorno de los apiarios ha cambiado en perjuicio de la salud de las colmenas, hay más historia de aplicación de tratamientos químicos contra varroa y han cambiado las prácticas apícolas (por ej. necesidad de trashumancia a predios forestales de eucaliptos). Todo esto pone en riesgo que un único control en otoño sea suficiente para evitar perjuicios económicos por varroa.

*LA ESTRATEGIA DE LUCHA SE BASA EN EL MUESTREO CONTINUO DE LOS APIARIOS*

### Monitoreo en varroosis

Para conocer el resultado de un tratamiento acaricida es indispensable hacer un muestreo después de terminado el mismo. Para interpretar el resultado del muestreo hay que conocer el estado de la colonia y la población de varroa antes de la aplicación del tratamiento. Por esta razón, es importante también realizar muestreos antes del tratamiento. Por otra parte, para conocer el crecimiento poblacional del ácaro es necesario realizar muestreos en primavera y verano. Un monitoreo continuo permite, en caso de ser necesario, tomar medidas correctivas para evitar mayores perjuicios.

### Muestreo

Esta práctica es recomendada por técnicos en todos los países. Se deben tomar muestras de más del 10% de las colonias del apiario y como mínimo de 5 colonias. De cada colmena se colectan abejas de tres puntos diferentes del nido de cría y para que el muestreo sea representativo se deben tomar aproximadamente 250 abejas por muestra.



Abeja parasitada por Varroa destructor.



Varroa destructor.

El análisis de la muestra es sencillo, hay que colocar las abejas en un recipiente de plástico (de color blanco para que contrasten las varroas), agregar agua caliente, aproximadamente el doble del volumen de abejas y agitar con una pinza para promover el desprendimiento de los ácaros. Contar las abejas, sacándolas con una pinza hacia otro recipiente y contar las varroas que quedan en el fondo del recipiente, estimando el porcentaje de infestación.

**TODOS LOS ACARICIDAS, TANTO ORGÁNICOS COMO INORGÁNICOS, AFECTAN A LAS ABEJAS**

Vale destacar que la varroosis tiene un fuerte componente regional, por esto es importante que los productores de cada zona del país se agrupen. Esto permite intercambiar información, acceder a asesoramiento técnico, coordinar tratamientos, planificar con anticipación manejos sanitarios y de esta forma acceder a los productos químicos que se elija utilizar, sin problemas de disponibilidad de los mismos.

## **MEDIDAS DE CONTROL COMPLEMENTARIAS AL TRATAMIENTO OTOÑAL**

El análisis de la toma de muestras a lo largo del año nos puede indicar la necesidad de complementar el tratamiento químico otoñal. Frente a esta situación se pueden tomar medidas de manejo (biotécnicas) y/o aplicar tratamientos con productos orgánicos destinados a disminuir el crecimiento poblacional de varroa.

## **MEDIDAS QUE DISMINUYEN LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN DE VARROA**

La serie de medidas que nombraremos a continuación eliminan parte de la población de ácaros de las colmenas y disminuyen la tasa de crecimiento poblacional de varroa. Algunos de estos manejos son poco prácticos al realizarlos en gran escala, pero consideramos que cada apicultor debe decidir sobre la factibilidad de aplicación de los mismos en sus apiarios.

## **Panales zanganeros**

Se basa en que varroa prefiere cría de zánganos para iniciar la etapa reproductiva de su ciclo de vida. Consiste en colocar una lámina de celdas de zánganos o permitir que la colmena los produzca naturalmente, lograr que la reina ponga huevos en ese panal y retirarlo cuando las celdas de zángano con cría estén operculadas. Tiene como desventaja que exige un gran conocimiento por parte del apicultor del estado y comportamiento de las colonias. Se suma a esto que el problema de varroosis se agrava en gran magnitud si no se retiran las celdas con cría operculada a tiempo.

## **Enjaulado o cambio de reinas con celdas reales**

Al enjaular la reina o cambiarla por celdas reales se interrumpe la postura de la misma. De esta forma se corta el crecimiento poblacional de varroa, ya que ésta se reproduce en presencia de cría de abejas. Esta medida se puede combinar con tratamientos de ácido oxálico, aumentando la eficacia del mismo. Aunque actualmente se pueda considerar poco práctica esta medida, es importante comunicarla ya que cuando las herramientas químicas contra varroa dejen de ser útiles las consideraciones sobre su práctica seguramente cambien.

## **Pisos cribados**

Son pisos modificados, con una malla de 3 mm en el centro del piso, con el fin de que los ácaros vivos que caigan naturalmente no vuelvan a subir a la colonia de abejas. Esta técnica se puede combinar con aceites esenciales que desprendan las varroas de las abejas favoreciendo la caída de ácaros.

Por otra parte, brindaría ventilación en las colmenas cuando se las quiera confinar, ya sea para trasladarlas o para protegerlas de alguna aplicación de plaguicidas. En distintas partes del mundo, e incluso en Uruguay, son utilizados y las colonias con estos pisos no presentan problemas de frío, mayor consumo de reservas o desarrollo de la cría en primavera. Por estas razones creemos que es una herramienta muy útil y práctica que debe ser considerada por los apicultores.

## **Eliminación de colmenas débiles**

Eliminar colmenas improproductivas disminuye la población de ácaros del apiario, evitando la formación de focos de reinfección.

## **APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS ORGÁNICOS**

### **Ventajas**

Es difícil que ocurran fenómenos de resistencia de varroa a este tipo de productos. Por otra parte, es difícil que se encuentren niveles de residuos en miel que causen problemas comerciales.

Es volátil y algunos investigadores reportan que tiene acción sobre los ácaros que están dentro de las celdas de cría operculadas. Es una herramienta que podría ser muy útil de incorporar en la lucha contra varroa.

**EL ÁCIDO OXÁLICO ES UNA HERRAMIENTA ÚTIL Y DE BAJO COSTO**

**COMENTARIOS FINALES**

Cada vez está siendo más difícil controlar varroa y la severidad del daño aumenta actualmente en gran parte del país. Si no se toman medidas a tiempo el daño provoca la muerte de las colonias o las deja en un estado tal que se debe gastar mucho dinero y tiempo para volverlas productivas.

Por otra parte, de las cuatro moléculas químicas utilizadas para el control de varroa, dos (Fluvalinato y Cumafós) tienen problemas de resistencia en poblaciones de ácaros de Uruguay y es solo cuestión de tiempo, para que ocurra lo mismo con las otras dos (Flumetrina y Amitraz). Por todo esto, es esencial realizar muestreos continuos e incorporar las medidas de manejo descritas en este artículo.



Toma de muestra en campo.

**Desventajas**

La eficiencia es variable y depende del estado de la colonia de abejas y las condiciones climáticas. Los acaricidas orgánicos utilizados en el país son ácido oxálico y los que tienen como principal componente al timol.

**Ácido oxálico**

Es un compuesto químico orgánico que se encuentra presente en frutas y en la miel. Ha demostrado ser efectivo contra varroa y es útil para mantener la población de ácaros en las colonias de abejas en porcentajes de infestación bajos a lo largo de todo el año. Para su aplicación se disuelven 60 gramos de ácido oxálico en 1 litro de jarabe de azúcar 1:1 (una parte de agua y una de azúcar) y se aplica sobre las abejas 5 cc de la solución por espacio entre panales cubierto por abejas. Para esto se puede utilizar una jeringa, un dosificador veterinario (“tomera”) o una botella plástica con un agujero en la tapa. Una de las ventajas importantes de este tratamiento es su bajo costo y fácil aplicación.

**Timol**

Es un producto natural extraído del tomillo (*Thymus vulgaris*) y en Uruguay hay registrados productos a base de timol para su uso en el control de varroa.

**Ácido fórmico**

Es un compuesto químico orgánico que se encuentra en la miel, en la picadura de las hormigas y en las frutas.



Análisis de muestras con apicultores en Sarandí Grande.





# EL CAPIM ANNONI CONTINÚA AVANZANDO EN LA REGIÓN NORESTE

Ing. Agr. MSc. PhD. Fernando Olmos

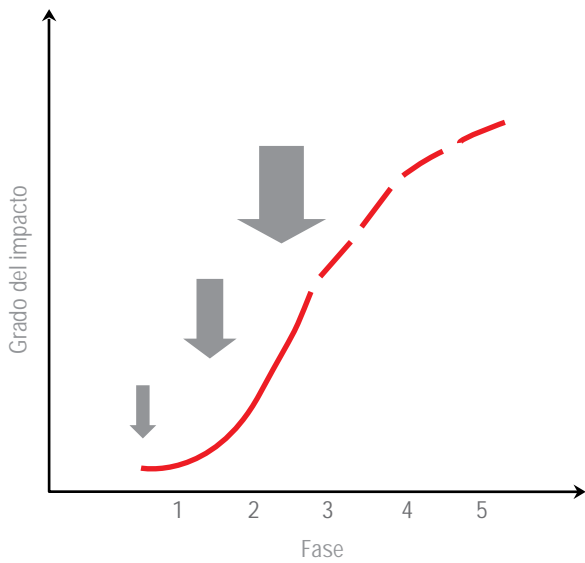
Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

La historia del capim Annoni (*Eragrostis plana*) es bien conocida en la región noreste de Uruguay y tanto sus características como su problemática han sido bien descritas por Boggiano *et al.* (2004) y Pereira *et al.* (2005).

Desde la detección inicial de la presencia de la especie por parte de los ingenieros Pablo López y Gustavo Guarino en 1980 hasta la actualidad han transcurrido 34 años (Boggiano *et al.*, 2004) y la invasión continúa independientemente de las diversas tareas de divulgación y acción de control que se han llevado adelante. En este sentido, los que recorremos la zona periódicamente hemos visto como, a pesar de algunas medidas de control, el capim Annoni continúa avanzando.

La invasión ha ocurrido y ocurre como en alguna manera se había pronosticado, primero se inicia con alguna planta o grupos de plantas (Fases 1 y 2) (Pereira *et al.*, 2005), luego coloniza eventualmente desde la carretera hasta el alambrado, y de ahí al campo (Fase 3).

La invasión si bien se da principalmente a través de las vías de acceso a los predios, una vez que se instala la especie al costado del alambrado, su presencia opera como una fuente de infestación secundaria alcanzando el campo natural, aunque “siendo más lenta la invasión en los campos naturales”. Una vez dentro del campo se pasa nuevamente a la presencia de plantas aisladas, luego grupos y luego la infestación



**Figura 1** - Evolución del impacto en la pastura según la fase de infestación de capim Annoni (flechas = esfuerzo necesario para su erradicación; línea llena = situación actual, línea segmentada = tendencia a futuro).

generalizada (Fases 4 y 5). En estos casos, si bien en densidad pueden ser similares a las Fases 1 y 2, no lo son en términos de los impactos negativos sobre el sistema de producción.

En las Figuras 1 y 2 se grafica conceptualmente la evolución de las eventuales invasiones de *Eragrostis plana* en cinco fases reconocibles a campo, siendo “más costoso el control en la medida que avanza la infestación”.

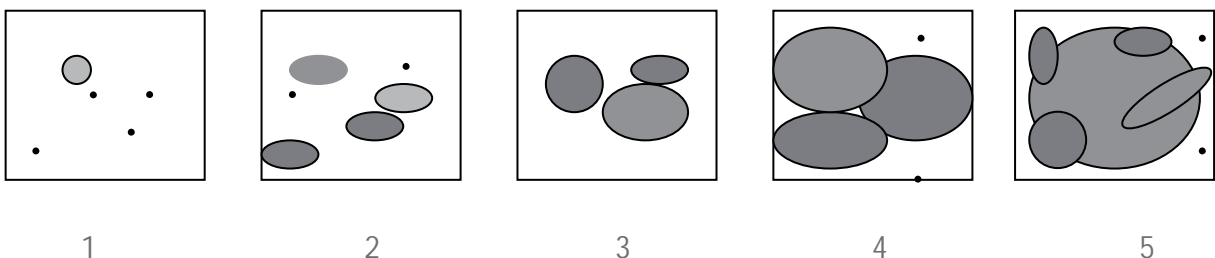
Actualmente en la región noreste es fácilmente reconocible en diversas zonas, en las principales rutas. Así se ven eventos locales en Fase 3, es decir lugares donde está completamente tomada la vegetación por el capim Annoni (Figuras 3, 4 y 5) entre la ruta y el alambrado vecinal.



**Figura 3** - Sitios en la región noreste donde se ha observado la infestación de *Eragrostis plana* en un grado en Fase 3, con plantas desde la carretera hasta el alambrado vecinal (sitios = puntos rojos).



**Figura 4** - Grado de infestación Fase 3 en una carretera de la región noreste



**Figura 2** - Densidad de plantas de *Eragrostis plana* según la fase de infestación y grado del impacto sobre el sistema de producción (punto = plantas aisladas, elipses = conjunto de plantas).





**Figura 5** - Inicio del avance de la infestación desde la banquina de la carretera hacia el alambrado vecinal (flechas = plantas de capim Annoni).

Hace unos años hemos comenzado a ver situaciones en Fase 4, es decir plantas o grupos de plantas dentro de los potreros de los predios ganaderos comerciales.

Recientemente, y en virtud de las variaciones del fenómeno El Niño-La Niña, Oscilación Sur (ENSO), se ha visto que en los años relativamente fríos y secos (La Niña) el avance de la maleza se ve enlentecido, en cambio en los años relativamente más lluviosos (El Niño) la planta se desarrolla más y por lo tanto presenta una mayor producción de semilla. Este ha sido el caso de los dos últimos veranos.

Como ciudadanos de la región deberíamos reflexionar seriamente sobre las acciones que estamos desarrollando para el control de esta especie invasora que presenta características forrajeras negativas, ya que de acuerdo a las observaciones de campo realizadas, estas acciones no han sido suficientes ni efectivas para contribuir a su control.

Hay un clásico trabajo en la literatura ecológica referente a la invasión de las abejas africanas en nuestro continente, la cual comenzó en el año 1957 con un evento puntual hasta que prácticamente en el año 1971 estaba expandida por toda América del Sur.

Igualmente documentado, está el caso del estornino en Estados Unidos, al que le tomó desde 1916 hasta 1949 para alcanzar prácticamente todo el territorio, partiendo desde el este hacia el oeste.

En Uruguay tenemos el caso de la “gramilla brava” (*Cynodon dactylon*), la cual fue introducida para estabilizar los terraplenes de la vía del tren y actualmente es una maleza complicada en los sistemas de producción ganaderos en todo el país.

A la hora de tomar decisiones sobre el control de *Eragrostis plana* no solo debemos tener en cuenta los costos operativos, sino que también se deben considerar los elementos productivos en el largo plazo, ya que la presencia de la especie no sólo condiciona fuertemente la implantación de los sistemas de producción, sino que también puede afectar negativamente aspectos relativos a los recursos genéticos presentes en nuestras pasturas naturales.

#### MATERIAL DE CONSULTA

Boggiano P., R. Zanoniani, L. Aschfield 2004 – Capim Annoni 2. *Eragrostis plana* Nees. Una maleza que desvaloriza nuestros campos. Revista del Plan Agropecuario. N° 110. pp.: 46-50. Montevideo. Uruguay.

Pereira M., E. Montes, D. Bartaburu 2005 – Capim Annoni. Una mirada a nuestro futuro. Visita a Uruguayana. Revista del Plan Agropecuario. N° 114. pp.: 10-12. Montevideo. Uruguay.







# AVANCES EN EL MANEJO DE LA FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN TRIGO

Silvia Pereyra<sup>1</sup>, Marina Castro<sup>1</sup>, Silvia Germán<sup>1</sup>,  
Martín Quincke<sup>1</sup>, Paula Silva<sup>1</sup>, Daniel Vazquez<sup>1</sup>, Adrián Cal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa Nacional de Cultivos de Secano  
<sup>2</sup>GRAS

La fusariosis de la espiga (FE) de trigo (Figura 1) es una enfermedad destructiva en las regiones húmedas y sub-húmedas del mundo. En las últimas décadas ha causado pérdidas significativas en los países del Cono Sur de América del Sur y en particular en Uruguay, y representa una de las principales limitantes para la producción de trigo.

La FE no sólo causa mermas en rendimiento sino que además puede afectar seriamente la calidad física e industrial del grano. Las mermas en el rendimiento de grano resultan principalmente de la esterilidad de las espiguillas pero también puede afectar el desarrollo del grano. Las reducciones en rendimiento cuantificadas en epidemias severas y cultivares muy susceptibles en nuestro país llegaron hasta 30% (Díaz de Ackermann y Kohli, 1997). Sin embargo, el aspecto más relevante de la FE es su efecto en la inocuidad del producto final como consecuencia de la producción de micotoxinas, entre las que se destacan deoxinivalenol (comúnmente conocida como DON) y zearalenona (ZEA).

En los últimos 15 años, los productores han tenido pérdidas económicas importantes por la FE, así como la industria tratando de cumplir con el decreto 533/001 sobre el contenido de DON en harina y subproductos de trigo, y los exportadores tratando de atender a las restricciones crecientes en los niveles de DON en grano impuestos por algunos países compradores. A su vez, en estos últimos años se han logrado importantes avances en el conocimiento de la biología y epidemiología de la FE en nuestros sistemas de producción y en las herramientas que disponemos para minimizar su riesgo.

## DIVERSIDAD DE LA POBLACIÓN DE FUSARIUM Y SU IMPLICANCIA EN LA INOCUIDAD

La FE puede estar causada por una o más especies del género *Fusarium*. En Uruguay, la especie predominante asociada a FE en trigo es *Fusarium graminearum* (Schwabe), si bien se han detectado además, otras especies como *F. avenaceum* y *F. poae*.



**Figura 1** - Espigas de trigo afectadas por la Fusariosis de la espiga (a) y granos de trigo sanos y afectados con *Fusarium* (b).

Debido a que la composición de la población de este patógeno no es constante y a que en algunas regiones del mundo se han detectado cambios con la aparición o predominancia de cepas más toxicogénicas, en nuestro país se ha relevado a la población de *Fusarium*, y de *F. graminearum* en particular, en las epidemias 2001, 2002, 2009 y 2012. Sin embargo, en las áreas nuevas de producción en el país (noroeste y este) y a partir de 2009 se detecta una mayor diversidad de especies, incluyendo *F. cortaderiae*, *F. asiaticum*, *F. brasilicum* del quimirotipo NIV (potenciales productores de toxina nivalenol) no reportados previamente en Uruguay. Se registró una variabilidad importante en quimirotipos, agresividad en plantas inoculadas a floración (invernáculo) y en sensibilidad al tebuconazol (Umpiérrez *et al.*, 2013).

El conocimiento de las especies y quimirotipos presentes en una muestra no asegura la contaminación con micotoxinas. Aún en el caso en que el aislamiento sea potencial productor de ciertas toxinas, las condiciones ambientales son las que en último caso determinan la aparición de las mismas en la muestra. Por lo tanto, el análisis de micotoxinas en el producto final es irremplazable. Sin embargo, el conocimiento de la población de patógenos permite determinar qué micotoxinas buscar y qué métodos utilizar para evitar interferencias (Umpiérrez *et al.*, 2011).

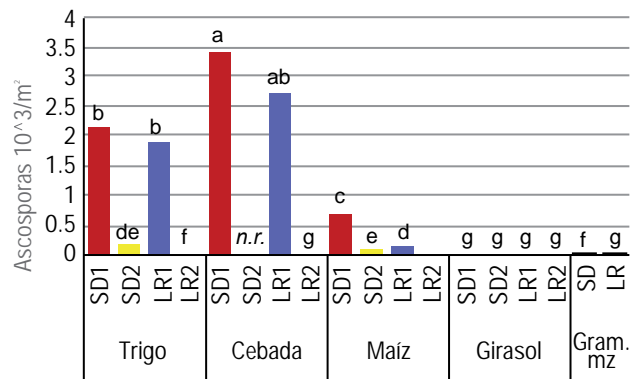
## EPIDEMIOLOGÍA Y RELACIÓN CON PRÁCTICAS CULTURALES DE MANEJO

### Infección y desarrollo de la enfermedad

Si bien el estado fenológico más vulnerable a la infección en trigo es floración (antes), también es probable que se produzca la infección en etapas posteriores, durante el llenado de grano. Las infecciones tempranas generalmente matan las florecillas y no hay desarrollo de grano. Las espiguillas atacadas más tarde producen granos menos desarrollados (chuzos) a los normales, mientras que infecciones posteriores donde el grano está completamente desarrollado pueden originar granos de tamaños normales pero contaminados, como durante la infección tardía que ocurrió en 2013. Cuanto más temprana la infección en el desarrollo del grano, mayor será el efecto de la fusariosis de la espiga. Luego que una espiguilla fue infectada, la enfermedad puede extenderse a otras espiguillas de la espiga.

### Supervivencia e inóculo de *F. graminearum* en los rastrojos

Luego de la cosecha, *F. graminearum* es capaz de sobrevivir saprofiticamente en los rastrojos de trigo, cebada, maíz, sorgo, y otras especies gramíneas y hasta no gramíneas como girasol y soja (Baird *et al.*, 1997; Pereyra y Dill-Macky, 2008). La mayor colonización y producción de inóculo se ha observado en los rastrojos de trigo, cebada y luego maíz (Figura 2).



Los valores presentados son los porcentajes medios de todo el rastrojo muestreado. Valores seguidos de letras distintas difieren entre sí; SD: siembra directa; LR: laboreo reducido. El rastrojo se categorizó por edad (1: 365 días de edad o menos; 2: mayor a 365 días). Gram.mz., malezas gramíneas - *Digitaria sanguinalis* L., *Cynodon dactylon* L., *Lolium multiflorum* L., and *Setaria* spp., n.r., no se recuperó rastrojo

**Figura 2** - Producción de inóculo primario (ascosporas) de *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum*) a partir de seis rastrojos (trigo, cebada, maíz, girasol y malezas gramíneas) recuperados desde febrero 2001 a marzo 2003 en dos sistemas de laboreo. Adaptado de Pereyra y Dill-Macky (2008).

La rotación con cultivos no susceptibles es una herramienta **medianamente eficaz** para el control de la FE, ya que el hongo causal de esta es capaz de sobrevivir sobre un rango de huéspedes muy amplio, lo que asegura alta probabilidad de inóculo presente. En años con condiciones favorables generalizadas, no hay un efecto marcado del cultivo predecesor, sin embargo, en años normales, los niveles de FE son significativamente mayores sobre rastrojo de trigo, cebada y maíz respecto a rastrojos no gramíneas (Pereyra y Dill-Macky, 2008).

### EFFECTO DE FE EN LA CALIDAD

La FE tiene efectos negativos en las dos fases industriales del trigo. Por un lado, los granos dañados por FE, como sucede con cualquier otro daño del trigo, van a tener peor calidad molinera (Vázquez, D., 2009). Por otro lado, el hongo produce exoenzimas, en particular proteasas y amilasas, que están activas al momento de la panificación, generando varios efectos negativos (Vázquez *et al.*, 2004; Bogliaccini *et al.*, 2014).

### RELACIÓN ENTRE NIVEL DE FUSARIUM EN GRANO COSECHADO Y EL CONTENIDO DE TOXINA DON

Si bien la relación entre el porcentaje de granos con Fusarium y el contenido de toxina DON es directa, es muy difícil predecir exactamente el contenido de DON debido a que esta relación varía en función del cultivar de trigo y su comportamiento frente a FE, las condiciones climáticas desde floración y durante el llenado de grano hasta la cosecha, la aplicación de fungicidas desde floración, etc.

En ensayos de campo donde se obtuvieron gradientes de infección de FE en grano y contenidos de DON en grano, se estudió la relación entre ambas variables eliminando el efecto cultivar (se utilizó un cultivar susceptible a FE, INIA Don Alberto) y en dos fechas de floración (17/10/13 y 04/11/13). Los resultados se observan en las Figuras 3A y 3B, mostrando una relación fuerte y significativa entre el porcentaje de granos con Fusarium a cosecha y su contenido de DON para un mismo cultivar y en condiciones similares desde floración y llenado de grano.

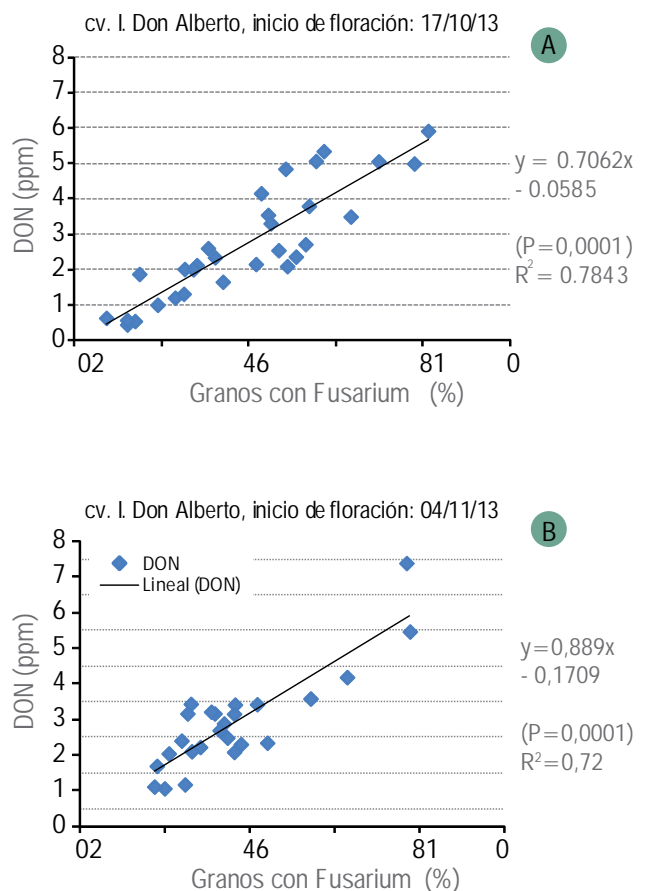
Sin embargo, no es posible predecir exactamente el contenido de DON final en el grano a partir de muestras que sean obtenidas al momento del recibo. Aún así, es posible utilizar esta variable como un dato rápido para la segregación de los lotes.

### MEDIDAS DE MANEJO

Como en otros lugares en el mundo donde la FE es endémica, ninguna herramienta de manejo por sí sola es una solución que provea protección total contra esta enfermedad. Las condiciones climáticas durante floración y primeras etapas de llenado de grano son el principal factor para la ocurrencia de FE. Sin embargo, han exis-

tido avances en la última década en varias de las prácticas de manejo.

Por un lado, se han incorporado niveles moderados de resistencia en cultivares comerciales en nuestro país. Por otro, existen nuevos fungicidas suficientemente efectivos en reducir la FE y los niveles de DON, que unido a una tecnología de aplicación adecuada contribuyen a un mejor manejo de la FE. Además, se ha constatado que la combinación del uso de cultivares moderadamente resistentes a FE y el control químico de acuerdo a las recomendaciones, significa un avance en el control de la enfermedad y determina menor acumulación de DON.



**Figura 3** - Relación entre el porcentaje de granos con Fusarium a cosecha expresado por peso según protocolo de Canadian Grain Commission (Canadá) y el contenido de toxina deoxinivalenol (DON) según método AgraQuant-DON (RomerLabs®) para un mismo cultivar (INIA Don Alberto) en dos fechas de floración (INIA La Estanzuela, 2013).



**Cuadro 1** - Caracterización frente a fusariosis de la espiga (FUS) de los cultivares de trigo con tres o más años en evaluación a abril 2014 (modificado de Castro *et al.*, 2014).

CULTIVARES CICLO LARGO	FUS	CULTIVAR CICLO INTERMEDIO-CORTO	FUS
AVELINO	AI	ACA 320	BI
BAGUETTE 801 PREMIUM	I	AGP FAST	I
BIOINTA 3006	AI	ALGARROBO	IB
KLEIN CAPRICORNIO	B	AREX	AI
KLEIN GLADIADOR	I	BAGUETTE 17	IA
KLEIN GUERRERO	IB	BAGUETTE 19	BI
KLEIN YARARA	I	BAGUETTE 501	I
INIA GORRION	BI	BAGUETTE 601	I
GENESIS 2346	IA	BAGUETTE 701 PREMIUM	I
GENESIS 2358	BI	BAGUETTE 9	A
GENESIS 2359	IA-A	BAGUETTE PREMIUM 11	I
GENESIS 2366	IB-I	BIOINTA 1006	IA
GENESIS 8.77	I	FUNDACEP BRAVO	I
LYON	A	FUNDACEP CRISTALINO	BI
		FUSTE	IB
		KLEIN LEON	I
		KLEIN NUTRIA	IB
		KLEIN TAURO	I
		INIA DON ALBERTO	A
		INIA MADRUGADOR	I
		INIA CARPINTERO	I
		GENESIS 2354	IA
		GENESIS 2375	BI
		GENESIS 6.81	I
		GENESIS 6.87	BI
		NOGAL	A
		NT 102	IA
		SY 110	IA
		SY 200	IA
		SY 300	I
		VIRGILE	A

Nivel de susceptibilidad:  
B: bajo; I: intermedio; A: alto

Se especifica en mayor detalle los logros en cada área de manejo:

### COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES EN PRODUCCIÓN FRENTE A FE

Luego de las condiciones climáticas favorables, el segundo factor en importancia para el desarrollo de la FE es la susceptibilidad de los cultivares. Contamos con una caracterización sanitaria completa de los cultivares de trigo aptos para ser comercializados en el país, producto de las evaluaciones de los materiales en ensayos

de la Evaluación Nacional de Cultivares, convenio INASE-INIA, y en viveros inoculados con *F. graminearum* bajo sistemas de aspersión de agua que brindan condiciones favorables para el desarrollo de la FE. Aún cuando en el menú actual de variedades continúan predominando aquellas con susceptibilidad alta a intermedia, en los últimos años algunos programas de mejoramiento genético tanto nacionales como regionales, han logrado la obtención de líneas con cierto grado de resistencia a FE, con adaptación y alta productividad (Cuadro 1). Algunas de estas se encuentran hoy en producción o serán próximos lanzamientos.

**Cuadro 2** - Cultivares de buen comportamiento liberados por el PMGT, año de liberación, comportamiento frente a la fusariosis de la espiga y fuente(s) de resistencia utilizada(s) en la cruz (en **negrita**).

Cultivar	Año	Susc. FE*	Cruza y Fuente(s) de resistencia
INIA Caburé	1998	I	<b>E.FED/Buck6//MR74507</b>
INIA Gorrión	2000	I	<b>E.FED/ECOL</b>
INIA Churrinche	2000	I	<b>E.FED/LE2154</b>
INIA Torcaza	2002	I	<b>E.FED/4/T800/3/KIMP/AGATHA//KIMP/PAT24</b>
INIA Tero	2005	BI	LI107/C-CH-91-1642
INIA Carpintero	2007	I	ECAR/ <b>CATBIRD'S'</b>
INIA Madrugador	2007	I	<b>E.FED//CHUANMAI/BAU</b>
Génesis 2358	2011	BI	<b>PI/FUNO*2/5/VLD/4/CO723595/3/TAM200*2//TAM107/TA2460/6/ LE2220</b>
Génesis 2366	2012	IB-I	U1294-9-2-2-1/U1275-1-4-2//ITIJ
Génesis 2375	2012	BI	LE2302/3/ <b>PF9099/OR1//GRANITO</b>
Génesis 6-87	2013	BI	<b>PF9099/OR1//GRANITO/3/BAG10</b>

\*: Susceptibilidad a Fusariosis de la espiga. B: bajo, I: intermedio

### MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA A FE EN INIA Y SUS LOGROS

Los trabajos de mejoramiento por resistencia a FE fueron iniciados después de la primer gran epidemia registrada en el país (1977), que permitió caracterizar el comportamiento del germoplasma utilizado en el Programa de Mejoramiento Genético de Trigo (PMGT) y eliminar el material más susceptible. El paso siguiente fue realizar una prospección de germoplasma resistente, recibiendo colecciones internacionales y regionales de fuentes de resistencia.

El avance genético por resistencia a FE ha sido lento debido a que es una característica de herencia compleja y su expresión es altamente influenciada por el ambiente, además de las reducidas oportunidades para selección en etapas tempranas ya que la enfermedad no se presenta todos los años. La frecuencia de líneas desarrolladas por el PMGT con buen comportamiento frente a FE ha incrementado, así como su utilización en cruzamientos como fuentes de resistencia. Como resultado de este trabajo se han liberado cultivares con niveles crecientes de resistencia a FE (Cuadro 2), hasta alcanzar niveles muy satisfactorios en los más recientes.

Actualmente se están introduciendo técnicas moleculares, por un lado para validar marcadores para los genes de resistencia ya caracterizados, y por otro lado, para identificar posibles nuevos marcadores presentes en el germoplasma del PMGT. La selección asistida por marcadores permitirá acelerar el progreso genético para resistencia a fusariosis de la espiga.

### MANEJO CON FUNGICIDAS

El control de FE con fungicidas es preventivo basándose en pronósticos climáticos o sistemas de predicción.

Dos factores limitan el éxito de control químico: las oportunidades de realizar tratamientos son menores cuando el momento óptimo para la aplicación de fungicidas coincide con condiciones de precipitaciones que no permiten realizar las aplicaciones y la eficiencia de control es menor cuanto mayor es la variabilidad en los estados fenológicos en cada chacra.

Las evaluaciones de fungicidas disponibles en el país hasta 2011 habían determinado que los fungicidas más eficientes y con mayor retorno económico para el con-



Peritecios de *Gibberella zaea* (*F. gramineum*) en rastrojo de trigo.

**Cuadro 3** - Fusariosis de la espiga (FE), granos con *Fusarium* a cosecha, contenido de deoxinivalenol (DON) en grano cosechado, septoriosis, rendimiento de grano y peso hectolítico para distintos tratamientos de fungicidas en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela, 2012.

Tratamiento	Dosis (L/ha)	Momento de aplicación <sup>1</sup>	Índice de FE <sup>2</sup> (%)	Granos c/ FUS (% p/p)	DON (ppm)	Septoriosis AUDPC <sup>4</sup>	Rendimiento (kg/ha)	Peso hect.
TESTIGO s/ fungicida	-	-	50.0 a <sup>5</sup>	10.00 a	6.56	6529.2 a	2748.3 b <sup>2</sup>	71.92 b
Caramba <sup>3</sup>	1.0	Z61	27.3 b	4.90 bcd	<b>3.55</b>	3186.7 bc	4530.6 ab	80.52 ab
Swing Plus <sup>4</sup>	1.5	Z61	22.0 bc	5.80 abcd	5.02	1327.7 de	4133.1 ab	79.17 ab
Swing Plus	1.7	Z61	16.7 bc	5.33 abcd	5.77	1710.8 cde	4806.5 ab	80.73 ab
Orius <sup>5</sup>	0.75	Z61	30.7 ab	9.16 ab	5.71	2482.2 cde	2934.1 ab	77.77 ab
Caramba	1.0	Z61+Z65	24.7 bc	7.42 abcd	(7.99)	4730.0 ab	3738.5 ab	79.55 ab
Swing Plus	1.5	Z61+Z65	5.0 c	3.97 cd	<b>3.64</b>	1442.5 cde	5783.0 a	81.85 ab
Swing Plus	1.7	Z61+Z65	6.0 c	3.98 cd	<b>2.57</b>	1310 de	4783.7 ab	82.58 a
Orius	0.75	Z61+Z65	12.3 bc	5.17 bcd	3.93	2218.3 cde	4215.5 ab	80.82 ab
<i>P&gt;F</i>			0.0001	0.0009	0.0904	0.0001	0.0296	0.0369

<sup>1</sup> Zadoks 61: inicio de floración; Z65: floración; <sup>2</sup> Valores seguidos por letras diferentes difieren significativamente según Tukey al  $P=0.05$ ; <sup>3</sup> metconazol; <sup>4</sup> metconazol + epoxiconazol; <sup>5</sup> tebuconazol

tol de FE eran metconazol (Caramba) y tebuconazol (Folicur, Silvapur, Orius) aplicados a inicio de floración (Z61), con aspersores tipo TwinJet60® (Diaz de Ackermann y Pereyra, 2011).

La información generada en 2012 y 2013 en una serie de experimentos, evaluando la performance de nuevos fungicidas en aplicaciones únicas a inicio de floración

(Zadoks 61), y dobles en Z61 y floración (Z65), utilizando picos TwinJet60® doble abanico, establece que nuevos fungicidas triazoles son capaces de realizar un control adecuado de la FE además de contribuir a disminuir el contenido de DON, lográndose mayores rendimientos y un efecto más notorio en el peso hectolítico, además de presentar eficiencias altas de control de enfermedades foliares (Cuadros 3 y 4).

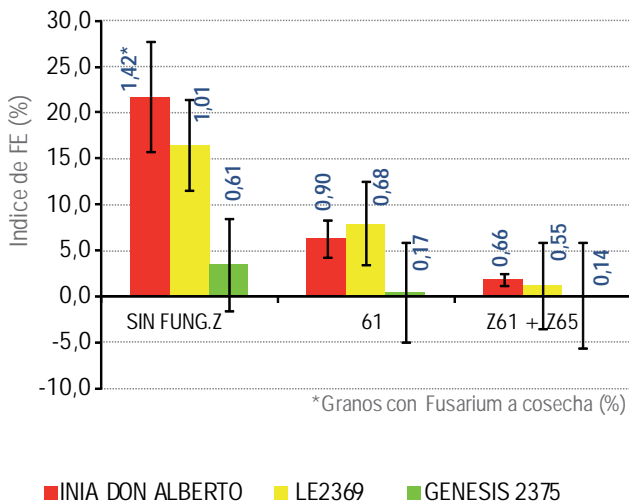
**Cuadro 4** - Fusariosis de la espiga (FE), granos con *Fusarium* a cosecha, contenido de deoxinivalenol (DON) en grano cosechado y peso hectolítico para distintos tratamientos de fungicidas en el cultivar susceptible INIA Don Alberto. INIA La Estanzuela 2013.

Tratamiento	Dosis (l/ha)	Momento de aplicación	Índice de FE (%)	Granos c/FUS (% p/p)	DON (ppm)	PESO HECT.
<b>TESTIGO S/F</b>	-	-	<b>36 a</b>	<b>6.6 a</b>	<b>5.6</b>	<b>81.6 c</b>
Metconazol (CARAMBA®)	1	Z61	16 bcd	4.6 abcd	2.4	84.1 a
Metconazol/epoxic (SWING PLUS®)	1.5	Z61	8 def	3.0 cdef	2.6	83.1 abc
estrob/triazol/.....	1.25	Z61	15 bcd	4.9 abc	<b>4.3</b>	83.7 ab
estrob/triazol/.....	0.5	Z61	21 b	5.4 ab	<b>5.1</b>	84.0 a
Metconazol (CARAMBA®)	1	Z61+Z65	<b>5 ef</b>	1.5 ef	1.2	84.4 a
Metconazol/epoxic (SWING PLUS®)	1.5	Z61+Z65	<b>1 f</b>	<b>1.2 f</b>	<b>0.8</b>	<b>84.2 a</b>
estrob/triazol/.....	1.25	Z61+Z65	<b>5 ef</b>	2.4 def	1.6	83.2 abc
estrob/triazol/.....	0.5	Z61+Z65	9 def	3.6 bcde	2.8	82.4 ab
<i>P&gt;F</i>			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

Z61: inicio de floración; Z65: fin de floración

VCC: 2.08 ppm





**Figura 4** - Índice de Fusariosis de la espiga (FE - porcentaje producto de la incidencia y severidad) y porcentaje de granos con Fusarium a cosecha en tres cultivares con comportamiento diferencial frente a FE sin aplicación, aplicación a principio de floración (Zadoks 61) y doble aplicación a Z61 y floración (Z65). INIA La Estanzuela 2012.

Para el control de la FE **no** se recomiendan mezclas de triazoles y estrobilurinas porque aún cuando algunas mezclas logran controlar eficientemente la FE, los contenidos de DON en grano cosechado frecuentemente se encuentran en niveles similares a los testigos sin aplicación de fungicida.

#### INTERACCIÓN COMPORTAMIENTO DEL CULTIVAR FRENTE A FE Y EL MANEJO DEL FUNGICIDA

Ante los resultados obtenidos en trabajos anteriores a 2011 (Díaz de Ackermann y Pereyra, 2011) así como en los presentados en el ítem anterior, es evidente que el control de la FE con fungicidas en cultivares susceptibles y bajo condiciones altamente predisponentes a la enfermedad, en la mayoría de los casos, no asegura una eficiencia aceptable o bajos contenidos de DON en el grano cosechado.

En la Figura 4 se presenta información del primer año de una serie de experimentos planificados para cuantificar la eficacia de integrar la resistencia genética a FE y el manejo del fungicida. Se utilizaron tres cultivares con ciclos similares: INIA Don Alberto (altamente susceptible), la línea avanzada del PMGT LE 2369 (susceptibilidad intermedia) y el cultivar Génesis 2375 (susceptibilidad baja intermedia) y se aplicaron tres manejos del fungicida: sin aplicación, aplicación del fungicida más eficiente registrado hasta ese momento para FE (metconazol 1 L/ha) en principio de floración (Z61) y en doble aplicación Z61 y Z65.

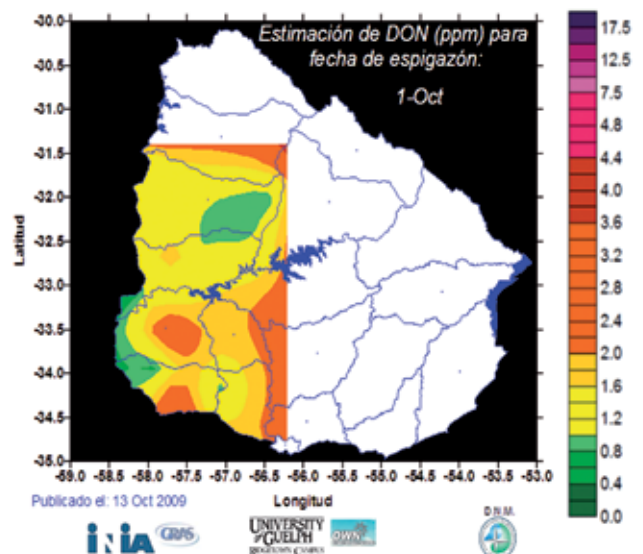
Aunque el potencial de rendimiento del ensayo fue bajo y la infección de FE fue intermedia, existieron claras diferencias en relación a la infección de FE, rendimiento, peso hectolítrico y peso de grano entre las distintas combinaciones cultivar x manejo de fungicida.

Una única aplicación en el cultivar moderadamente resistente (Génesis 2375) a inicio de floración fue suficiente para obtener menor infección de FE, el mayor rendimiento de grano y peso hectolítrico y de grano aceptables.

#### SISTEMAS DE PREDICCIÓN

La naturaleza esporádica de la FE, su fuerte asociación a los factores climáticos, la relativa estrecha ventana de vulnerabilidad para la infección, dispersión del inóculo e infección la hacen una buena candidata a ser modelada para predecir su riesgo. Desde el año 2004, la Unidad GRAS de INIA publica desde principios de setiembre a fines de noviembre, los mapas diarios de predicción de niveles de micotoxina DON en grano de trigo a cosecha (Figura 5) en función de la fecha de espigazón.

El modelo utilizado (DONcast) usa como datos de entrada observaciones de lluvia, humedad relativa, y temperatura del aire (mínima y máxima) de los 7 días previos a la fecha de espigazón, y pronósticos de lluvia, temperatura del aire (mínima y máxima) y humedad relativa para los 10 días posteriores a la espigazón, mediante datos climáticos observados en estaciones meteorológicas.



**Figura 5** - Mapa de riesgo de DON en grano según DONcast.

El modelo DONcast permite la racionalización de las aplicaciones de fungicidas para el control de la FE, así como asistir en el manejo de lotes de grano provenientes de zonas de alto riesgo de DON tanto para destino doméstico como para exportación.

Actualmente se está ajustando además el modelo GIB-SIM desarrollado por EMBRAPA para predicción de riesgo de presencia de FE.

## RESUMIENDO

Como en otros lugares en el mundo donde la FE es endémica ninguna herramienta de manejo por sí sola provee protección total contra la enfermedad. Las condiciones climáticas durante floración y primeras etapas de llenado de grano son el principal factor para la ocurrencia de esta enfermedad. Sin embargo, a diferencia de las epidemias en 2001 y 2002, hoy contamos con cultivares moderadamente resistentes, un espectro amplio de fungicidas triazoles con niveles aceptables de control y menor DON en grano si son aplicados en el momento recomendado y con tecnología adecuada, y otras prácticas a cosecha y post-cosecha que pueden minimizar pérdidas. Una herramienta auxiliar es el sistema de pronóstico de DON ajustado por INIA junto a la Universidad de Guelph, para nuestras condiciones y disponible desde 2004.



Aspersores TwinJet60(R) recomendados para la aplicación de fungicidas para el control de fusariosis de la espiga.

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

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baird *et al.*, 1997; Diversity and longevity of the soybean debris mycobiota in a no-tillage system. *Plant Dis.* 81:530-534.

Bogliaccini, A.; Aguiar, L.; Franchi, S.; Rovetta, N.; Otonelli, H.; Vázquez, D.; Tlhistá, H.; Suburú, G.; Cadenazzi, M.; Cea, J.; Moriyma, C.; Godiño, M. (2014). Informe de calidad e inocuidad de trigo uruguayo. Zafra 2013-2014. Disponible online en: <http://mesadetrigo.uypublicidad.com/> (consultado el 17/06/2014)

Castro *et al.* 2014. Resultados experimentales de la Evaluación Nacional de cultivares de trigo, cebada, colza; triticale y trigo doble propósito de los tres últimos años. Período 2011-2012-2013. Resultados Experimentales N° 14. Convenio INASE-INIA.

Díaz de Ackermann, M. y Kohli, M. M. 1997. Research on Fusarium head blight of wheat in Uruguay. Pages 13-18 in: *Fusarium head scab: Global status and future prospects*. H. J. Dubin, L. Gilchrist, J. Reeves, and A. McNab, eds. CIMMYT, DF, Mexico

Díaz de Ackermann, M y Pereyra, S. 2011. Fusariosis de la espiga de trigo y cebada. Pp 111-128 In: Pereyra S, Díaz M, Germán S, Cabrera K (eds) *Manejo de enfermedades de trigo y cebada*. Serie Técnica 189. INIA Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.

Pereyra, S. A.; Dill-Macky, R. 2008. Colonization of the Residues of Diverse Plant Species by *Gibberella zeae* and their Contribution to Fusarium Head Blight Inoculum. *Plant Dis.* 92(5):800-807.

Umpierrez *et al.*, 2011. Las técnicas moleculares en el estudio de los patógenos: ejemplos en patógenos de trigo. Pp.41-47 In: Pereyra S, Díaz M, Germán S, Cabrera K (eds) *Manejo de enfermedades de trigo y cebada*. Serie Técnica 189. INIA Uruguay. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.

Umpierrez-Falaiche, M.; Garmendia, G., Pereyra, S., Rodríguez-Haralambides, A., Ward, T.J., Vero, S. 2013. Regional differences in species composition and toxigenic potential among Fusarium head blight isolates from Uruguay indicate a risk of nivalenol contamination in new wheat production areas. *International Journal of Food Microbiology* 166:135-140.

Vázquez, D. (2009). *Aptitud Industrial del Trigo*. 2009. INIA: 45pp (Serie Técnica 177).

Vázquez, D.; Gonnet, S.; Nin, M.; Bentancour, O. (2004) Effect of Fusarium proteases on breadmaking properties. Pág. 429 – 432 en: *The gluten proteins*. Lafiandra, D; Masci, S.; D'Ovidio, R., editores. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.



# EL DECAIMIENTO DEL PERAL: UN PROBLEMA ADICIONAL EN CIERTAS COMBINACIONES VARIEDAD-PORTAINJERTO

Ing. Agr. (MSc) Diego C. Maeso

Programa Nacional de Producción Frutícola

## INTRODUCCIÓN

El decaimiento del peral, o “pear decline” o “moria del pero” como es conocido en otras regiones, es una enfermedad que afecta al cultivo en casi todas las zonas productoras del mundo.

La primera mención que se hace de ella data de 1908 en el norte de Italia provocando la muerte de millones de plantas en esa región. Desde ese momento se reportan pérdidas importantes en prácticamente todo el resto de Europa y Norte América.

Probablemente esta enfermedad se encuentre en nuestro país desde hace mucho tiempo pero, como veremos más adelante, su impacto actualmente puede agravarse

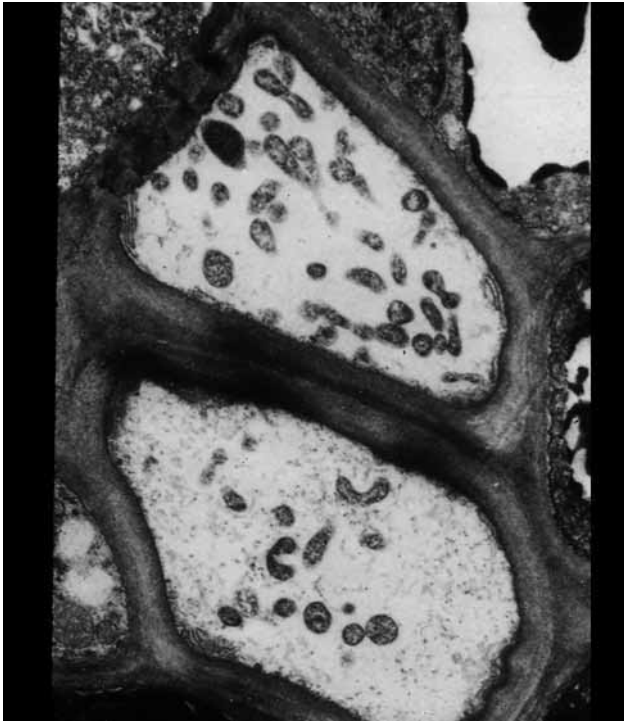
por dos razones: cambios en cultivares y portainjertos y la importancia que ha cobrado como plaga su vector, la psila. Desde mediados de la década del 90 surge el interés en investigar sobre el decaimiento del peral, en el marco de un proyecto de INIA tendiente a determinar las principales enfermedades transmisibles por propagación vegetativa, buscando la producción de materiales con sanidad mejorada en frutales de hoja caduca, incluyendo el peral.

En este artículo se presentan las principales características de la enfermedad y recomendaciones para su control.

## LA ENFERMEDAD

El decaimiento del peral es causado por un fitoplasma (*Candidatus phytoplasma pyri*), organismo relacionado





**Figura 1** - Fotografía tomada al microscopio electrónico de fitoplasmas en floema.

con las bacterias gram positivas, sin pared celular, que habita en el floema de las plantas infectadas (Figura 1).

Como su nombre lo indica, produce un decaimiento general de la planta cuya severidad y características depende de algunos factores. En árboles injertados sobre perales silvestres orientales (*Pyrus serotina*) o algunos *Pyrus communis* el decaimiento es muy rápido. Las plantas se marchitan rápidamente en verano o comienzo de otoño, se secan, su follaje se oscurece y mueren en cuestión de días o semanas.

En el resto de los portainjertos también hacia fin de verano-principio de otoño se produce un decaimiento lento caracterizado por el curvado, enrojecimiento y caída prematura del follaje. El curvado de hojas producido por esta enfermedad es característico. Estas se pliegan hacia abajo por su nervadura principal mientras sus bordes lo hacen hacia arriba (Figura 2). A medida que avanza la estación las hojas toman coloración rojiza la cual es diferente entre las variedades. A modo de ejemplo, la coloración en la variedad Williams es púrpura brillante mientras que en Abate Fetel rojo-vino (Figura 3).

A raíz de los perjuicios ocasionados en otoño se van generando problemas en la brotación y floración, produciéndose incluso la muerte del árbol en la temporada siguiente.

Para comprender estas variaciones en la sintomatología debemos tener en cuenta que la misma es derivada

de la acumulación de savia elaborada en la parte aérea ocasionada por perjuicios en el floema. Dado que esos perjuicios pueden ser también causados o aumentados por otros motivos, como la incompatibilidad copa-portainjerto, ante una planta específica es casi imposible conocer la causa sin efectuar un análisis de laboratorio y tomar en cuenta todos los otros factores que influyen.

Al descubrir la zona de injerto de plantas con este tipo de síntomas se observa una línea oscura (Figura 4).

#### ASPECTOS QUE INCIDEN SOBRE LA EVOLUCIÓN Y MAGNITUD DE LOS SÍNTOMAS

El factor determinante de la magnitud de los síntomas es el vigor de la combinación variedad-pie; este factor es más importante incluso que la sensibilidad del portainjerto. Por esa razón, portainjertos moderadamente resistentes a la colonización por el fitoplasma pero poco vigorosos, como los membrilleros, evidencian síntomas acentuados. Mientras que portainjertos sensibles pero más vigorosos, como los francos de *Pyrus communis*, evidencian síntomas leves. Es por ello que su impacto no ha sido tan notorio en los montes de Williams sobre membrillero afrancados y se ha vuelto importante en las nuevas combinaciones introducidas recientemente como, por ejemplo, Abate Fetel sobre membrilleros (Figura 5).



**Figura 2** - Plegado y enrojecimiento de hojas causado por el decaimiento, cultivar Abate Fetel sobre membrillero BA29.



**Figura 3** - Enrojecimiento provocado por decaimiento en Abate Fetel (izquierda) y en Williams (derecha).

Como ocurre con otras enfermedades, los ataques producidos en los primeros años de vida de la planta provocan en general efectos mucho más drásticos. Cuando las plantas son infectadas en etapas más avanzadas, normalmente manifiestan síntomas otoñales leves, pero rara vez síntomas fuertes primaverales, salvo en aquellas combinaciones muy susceptibles.

La evolución de una planta afectada es diferente, como vimos, según el portainjerto sobre el cual está. Los árboles injertados sobre portainjerto franco pueden presentar desarrollo reducido, enrojecimiento precoz de las hojas, escaso cuajado de flores y reducción del tamaño de frutos. Sin embargo, cuando el portainjerto es membrillero, el cuadro puede evolucionar de dos maneras según sea la re-infestación con psila y su vigor. Cuando la combinación es de vigor reducido y la planta está sujeta a ataques frecuentes de psila, el decaimiento lento lleva a la progresiva reducción de la actividad vegetativa con la eventual muerte de la planta en 3-4 años. Cuando la combinación es de vigor medio a alto y las plantas no están sujetas al ataque de psila, los síntomas permanecen 1-2 años y luego las plantas mejoran hasta llegar a la normalidad.

Una vez introducido a la planta, el patógeno tiene un ciclo diferente dependiendo del portainjerto. Durante la estación vegetativa tanto el floema de la parte aérea como de la raíz se encuentran funcionales, pero cuando la planta entra en receso solamente el floema de la raíz queda en funcionamiento y allí entra en juego la relación del patógeno con el portainjerto.

Los pies francos favorecen la multiplicación del fitoplasma por lo que este puede permanecer en el floema de las raíces durante el receso. Contrariamente, los membrilleros no la favorecen y por lo tanto impiden su supervivencia durante el invierno en el floema radicular comenzando la nueva temporada libre o con poca infección.

### TRANSMISIÓN

Los principales medios para la transmisión de esta enfermedad son el uso de materiales vegetativos infectados y los insectos del género *Cacopsilla*.

La transmisión por materiales vegetativos es variable, dada la irregular distribución del patógeno en la planta tanto en partes de esta como durante la temporada. Generalmente la transmisión por esta vía es mayor en plantas sobre portainjertos franco o *Pyrus* spp. y hacia fin del período vegetativo (otoño) cuando la planta alcanza su concentración máxima de fitoplasma.

La transmisión por psila, en cambio, es el modo más eficiente tanto durante la temporada vegetativa como en el receso (Figura 6). Se ha comprobado que los insectos invernantes portan el fitoplasma y son los encargados de realizar las primeras infecciones la temporada siguiente. A medida que avanzan las generaciones, estas se vuelven proporcionalmente más infectivas al aumentar el número de plantas infectadas en el monte.



**Figura 4** - Línea oscura en la zona del injerto provocada por decaimiento. Abate Fetel sobre membrillero BA29.





**Figura 5** - Decaimiento del peral en Abate Fetel injertado sobre membrillero BA 29.

## CONTROL

Para evitar los perjuicios de esta enfermedad se recomienda la integración de varias medidas.

En primer lugar, es conveniente partir de material de propagación libre de decaimiento, no tanto porque esta sea la forma más importante de transmisión, sino porque puede transportar la enfermedad a larga distancia y a su vez porque la infección ocurrirá en las primeras etapas de vida de la planta.

Otras medidas son aquellas que actúan sobre el insecto vector previniendo la transmisión, fundamentalmente en las primeras temporadas de instalado el monte. Para ello, en otros países se dirige el control químico sobre las formas invernantes y las primeras generaciones de psila.

También se deben evitar medidas que promuevan gran actividad vegetativa la cual favorece la infestación con psila (irrigación, fertilización nitrogenada, poda, etc.). Sin embargo, manteniendo el control del insecto, en algunos casos estas medidas vigorizantes ayudan a mejorar a las plantas que sufrieron con decaimiento lento en temporadas anteriores y así evitar su deterioro.

Finalmente, se deben eliminar aquellas plantas que han permanecido enfermas por varias temporadas y que no se prevé su mejoría para evitar que sirvan de inóculo para el resto, además de que no es rentable su mantenimiento en el monte.

Si bien el uso de combinaciones poco vigorosas tiene sus ventajas desde el punto de vista productivo (precozidad) se debe tener en cuenta que estas son las más afectadas por el decaimiento, por lo que se recomiendan opciones no tan extremas. En otros países se reconoce al uso de portainjerto franco o plantas auto radicadas como una de las medidas más efectivas, ya que ellas raramente muestran síntomas de decaimiento. Sin embargo, en este caso se deben emplear medidas destinadas al control de su expansión vegetativa (por ejemplo: poda de raíces).

La opción evaluada y recomendada por el Programa Nacional de Investigación en Producción Frutícola de INIA es el uso de portainjertos semivigorosos de la serie Old Home (OH) x Farmingdale (F), híbridos de *P. communis* que no tienen problemas de incompatibilidad con las variedades, son resistentes al decaimiento del peral, además tienen resistencia a otras enfermedades y plagas, y han mostrado precocidad de producción interesante y altos rendimientos.



**Figura 6** - Adulto de psila en hoja de peral.





# VARIACIÓN ESTACIONAL DE ESCARABAJOS DE CORTEZA DE PINO EN URUGUAY

Lic. Demian Gómez

Programa Nacional de Producción Forestal

## INTRODUCCIÓN

Los escarabajos barrenadores de corteza, nombre asociado con coleópteros de la subfamilia de los escolítidos, son plagas notorias que causan daños extensivos a bosques, tanto naturales como plantados. Son coleópteros de pequeño tamaño y forma cilíndrica, con más de 6000 especies descritas. El número de generaciones anuales es variable y está determinado por la temperatura; presentan ciclos cortos en climas templados o cálidos y ciclos largos en climas fríos.

El ciclo de los escolítidos, como el de otros muchos perforadores, pasa por dos fases de desigual duración: una subcortical y otra aérea. El desarrollo ocurre en la fase subcortical, ya que el adulto deposita los huevos directamente en el floema elaborando galerías características, que va a ser su medio de alimentación. En el momento de la reproducción los adultos emergen e inician su período de vuelo, el cual constituye la fase aérea.

Los principales indicadores del ataque son pequeños grumos de resina y aserrín fino, de color marrón rojizo,

en la superficie de la corteza. Además de barrenar floema, los escolítidos son el principal vector de propagación de hongos de mancha azul (Ophiostomatales). Un ataque en masa de varios individuos, en combinación con los hongos manchadores, fatiga anatómica y bioquímicamente la resistencia del árbol hospedero, generando así la muerte del mismo. Los árboles atractivos son aquellos que se encuentran en estado de deficiencia fisiológica debido a heridas, sequía, incendio, derribados por viento o recién cortados. La mayoría de las especies de escolítidos dependen de árboles debilitados o muertos, pero durante brotes epidémicos pueden también establecerse en árboles sanos.

Durante el verano 2008-2009 se registró el primer brote epidémico de escolítidos de pino en Uruguay, por parte de empresas forestales y técnicos de INIA.

Ante el riesgo de introducción de nuevas especies en el territorio y la necesidad de conocer la extensión del problema, el Comité Ejecutivo de Coordinación en materia de Plagas y Enfermedades que afectan a las plantaciones forestales (CECOPE) realizó un relevamiento en establecimientos pineros.

La detección de especies no identificadas planteó la necesidad de establecer un Sistema Nacional de Monitoreo de Escolítidos. Las estaciones de monitoreo distribuidas en el país desde el 2010 detectaron principalmente tres especies (Figura 1): *Hylurgus ligniperda*, previamente citada para Uruguay como introducción desde Europa; *Cyrtogenius luteus*, introducida desde Asia y *Orthotomicus erosus*, introducida desde Europa. Actualmente, las tres especies de escolítidos están distribuidas en todo el territorio nacional, asociadas a desechos de explotación, con altos niveles poblacionales.

Los focos existentes de árboles atacados en pie ponen de manifiesto el gran potencial de dispersión y establecimiento de dichos escarabajos.

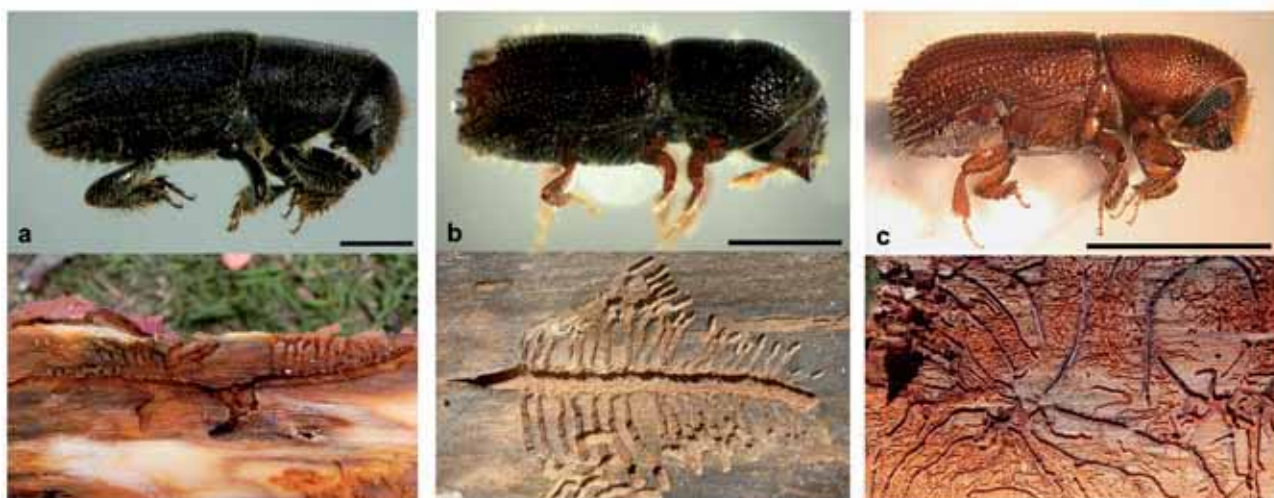
Su comportamiento críptico, su capacidad de dispersión (que lleva a una redistribución poblacional en cada generación), su alta capacidad reproductiva, y consecuentemente, su habilidad para desarrollar explosiones poblacionales repentinas, han sido los puntos clave en el éxito de los escolítidos. Conocer la actividad de vuelo de las diferentes especies se convierte en una herramienta imprescindible a la hora de disminuir los ataques en árboles en pie, permitiendo planificar los calendarios de intervenciones silvícolas.

### METODOLOGÍA

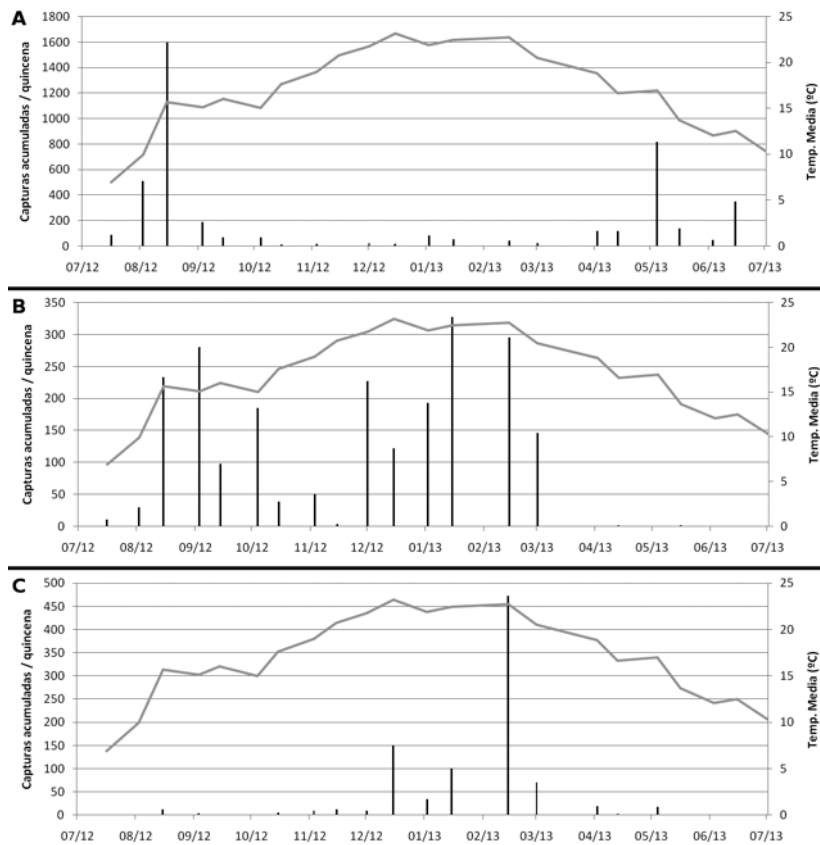
Para determinar el período de vuelo de cada una de las especies se realizó un estudio en parcelas de *Pinus taeda* en el predio "La Corona", ubicado en Tacuarembó, perteneciente a la empresa forestal Cambium. Se realizaron muestreos quincenales en el período de un año: julio de 2012 a julio de 2013. Se utilizaron tres trampas ventana de intercepción, distanciadas por 1 km.

Cada trampa ventana consiste de un marco de madera con una ventana de acrílico o vidrio de 50 x 50 cm. A ambos lados de la misma se colocaron recipientes rectangulares a modo de colectores, los cuales contenían una solución de agua con detergente líquido y etilenglicol. Se colocaron cuatro trozas frescas de *Pinus taeda* de 1 m de largo, con un diámetro mínimo de 5 cm, a los pies de la trampa ventana como material atrayente.

Se registró la temperatura en intervalos de 6 horas en el área de estudio mediante data-loggers programados al inicio del período de análisis.



**Figura 1** - Escarabajos de corteza de pino de Uruguay con sus galerías reproductivas correspondientes: a) *Hylurgus ligniperda*, b) *Orthotomicus erosus*, c) *Cyrtogenius luteus*. La barra corresponde a 1 mm.



**Figura 2** - Capturas quincenales de *Hylurgus ligniperda* (A), *Orthotomicus erosus* (B) y *Cyrtogenius luteus* (C) en “La Corona”, Tacuarembó desde julio de 2012 a julio de 2013.

Cada 2 semanas se retiró el material capturado y las trozas fueron reemplazadas por nuevas trozas frescas. Los individuos colectados fueron depositados en recipientes plásticos con etanol al 70%, con su respectiva etiqueta indicando localidad, número de trampa ventana y fecha de retiro. Una vez cuantificada la abundancia relativa de las tres especies, el material fue depositado en la Colección de Entomología Forestal de INIA Tacuarembó.

**RESULTADOS**

Se colectó un total de 7573 escarabajos de corteza en el período de un año. *Hylurgus ligniperda* presenta la mayor abundancia relativa para la localidad monitoreada, con 4400 individuos capturados (58% del total). El 30% de los organismos capturados en el año corresponden a *Orthotomicus erosus* (2251 individuos) y el 12% restante a *Cyrtogenius luteus* (922 individuos).

Las capturas obtenidas sugieren que las tres especies de escolítidos difieren en su dinámica poblacional (Figuras 2a, 2b y 2c). Si bien se registran capturas de *H. ligniperda* a lo largo de todo el año, esta especie presenta dos máximos poblacionales, correspondientes a los meses de mayo y agosto (Figura 2 a). Estos picos, que corresponden al 75% de las capturas, ocurren con temperaturas medias entre 14 y 20 °C.

Esta especie presentó menor actividad en los meses de mayor temperatura (entre octubre y abril), registrándose pequeños picos en el verano.

*Orthotomicus erosus* presenta mayor actividad de vuelo durante los meses de primavera y verano, principalmente entre agosto y febrero. Durante este período se registró el 91% de las capturas (Figura 2 b). La baja actividad de esta especie en otoño e invierno se evidencia a través de las bajas capturas obtenidas (9% del total).

*Cyrtogenius luteus* presenta mayor actividad de vuelo en los meses de mayor temperatura. Si bien el mayor pico poblacional fue registrado en febrero (con temperaturas medias mayores a 22 °C), *C. luteus* presenta actividad de vuelo entre diciembre y febrero, registrándose el 90% de las capturas en ese período (Figura 2 c).

El resto del año los registros se acercan a cero, evidenciándose una baja actividad de vuelo.

**DISCUSIÓN**

La evaluación de los diferentes picos poblacionales de las especies de escolítidos en Tacuarembó permitió establecer los meses de mayor actividad para cada especie.





La variación en la actividad de vuelo para *H. ligniperda*, *O. erosus* y *C. luteus* reflejan diferentes condiciones climáticas óptimas. Para *H. ligniperda* se registraron capturas durante todo el año, destacándose picos de la actividad en meses de baja temperatura. Los dos grandes picos de *H. ligniperda* registrados en Uruguay en mayo y agosto coinciden con lo observado en otros países, con adultos de primera generación oviponiendo en invierno y primavera y una segunda generación oviponiendo en otoño. Para Uruguay, el mayor pico de actividad para *H. ligniperda* coincide con la primera generación producida a fines del invierno / primavera. El segundo pico, más corto, ocurre en otoño, previo al período de hibernación, no coincidiendo necesariamente con una segunda generación.

Esto se debe a que las hembras pueden no abandonar el material donde se desarrollaron si las condiciones lo permiten, es decir, si existe aun floema fresco para alimentarse y reproducirse.

Debido a que *H. ligniperda* presenta además pequeños picos de actividad en verano y basándose en el período de desarrollo de entre 10 y 11 semanas, se sugiere que *H. ligniperda* podría tener entre dos y cuatro generaciones por año en Uruguay.

El largo período observado de actividad de vuelo para *Orthotomicus erosus* (invierno tardío, primavera y verano) es producto de la gran amplitud térmica de la actividad que presenta (entre 16 °C y 22 °C).

La mayor actividad en estos meses coincide con lo observado en países de Europa, donde algunos autores sugieren que *O. erosus* presenta hasta 7 generaciones anuales. Debido a la continua actividad durante los meses de primavera y verano en Uruguay, se sugieren al menos 5 generaciones de *O. erosus* para el país.

*Cyrtogenius luteus* presenta mayor actividad en los meses de mayor temperatura acotado principalmente al verano (entre 20 °C y 24 °C).

Debido a que la mayoría de los aspectos de la biología de *C. luteus* son desconocidos, no es posible inferir el número de generaciones presentes para Uruguay.

El manejo de los escolítidos debe orientarse a reducir y mantener las poblaciones en niveles bajos, considerando tanto medidas preventivas como medidas de mitigación. Dado que el principal factor limitante para todos los escarabajos de corteza es la disponibilidad de sitios de cría, el manejo de los mismos es esencial. La información generada de la actividad de vuelo de las especies presentes en el país permitirá ajustar los calendarios de actividad silvícola de las empresas forestales, evitando generar residuos en períodos de gran actividad de escolítidos.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a la empresa forestal Cambium y a Fibra Servicios Forestales por el apoyo logístico. Se agradece también al resto de las empresas e instituciones participantes del monitoreo de escolítidos.



# CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL URUGUAY: 1980 - 2009

Unidad GRAS - INIA

## INTRODUCCIÓN

La planificación y evaluación del potencial productivo y riesgos climáticos asociados a la producción agropecuaria requiere disponer de una caracterización agroclimática en base a registros históricos de variables climáticas, que contribuya a la definición de áreas con un comportamiento homogéneo esperado para las actividades productivas.

Para ello es necesario estudiar la climatología (promedios de 30 años) de la región de estudio y la variabilidad histórica de las observaciones climáticas más relevantes para la producción agropecuaria, tales como la temperatura del aire, las precipitaciones, la insolación (heliofanía), la humedad relativa del aire y la ocurrencia de heladas.

Para complementar la información climatológica, también es relevante el estudio del régimen hídrico, en base a modelos de balance hídrico de suelos. La disponibilidad de agua para cultivos, pasturas, hortalizas, árboles, etc. depende de las condiciones climáticas (temperaturas, lluvias, radiación, etc.) y de las características de los suelos, en particular de la capacidad de almacenamiento de agua.

Por esta razón, la elaboración de balances hídricos para la estimación de la disponibilidad de agua en los diferentes suelos genera un tipo de información que está mejor relacionada con el desarrollo vegetal que el registro de precipitaciones.

Por los motivos mencionados, la unidad GRAS de INIA, en conjunto con especialistas en clima de otras instituciones, realizó una "Caracterización agroclimática del Uruguay". El trabajo se centra en la recopilación, generación y análisis de variables agroclimáticas, caracterizando su comportamiento en base a registros y estadísticas del período 1980 – 2009. La información se representa en mapas con distribución territorial (isolíneas dentro del país) y de frecuencia temporal (percentiles 10, 33, 50, 66 y 90).

Esta caracterización de la frecuencia temporal en base a percentiles busca caracterizar la variabilidad interanual de las distintas variables durante el período de estudio, caracterizando no solamente el promedio del período (percentil 50) sino también los valores de los 10 años con registros superiores (percentil 66) o inferiores (percentil 33) y también de los 3 años que registran los valores más extremos tanto superiores (percentil 90) como inferiores (percentil 10).



Asimismo, se anexan tablas con los datos promedio mensuales para cada variable en cada localidad seleccionada para su estudio.

## VARIABLES CLIMÁTICAS CONSIDERADAS

Las variables climáticas caracterizadas en este trabajo fueron: temperatura del aire media, máxima media y mínima media (°C), humedad relativa del aire (%), heliofanía real (h/día), días con heladas agrometeorológicas y precipitaciones acumuladas (mm). En todos los casos se analizaron los valores mensuales.

El análisis de las temperaturas del aire, la humedad relativa del aire, la heliofanía real y las heladas se basó en una recopilación de datos registrados en 24 estaciones climatológicas pertenecientes a la red de la Dirección Nacional de Meteorología (DNM) y a la red de INIA.

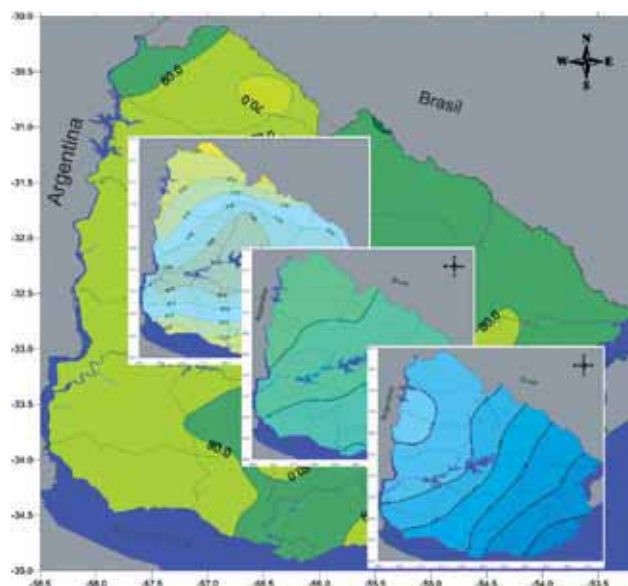
Para cada una de las variables se seleccionó la información de mejor calidad registrada en cada estación. Para el análisis de la variable precipitaciones, se agregaron más registros de la DNM, totalizando 53 localidades. Los registros de todas las variables analizadas fueron de los 30 años comprendidos entre 1980 y 2009.

Con el objetivo de representar el comportamiento mensual, tanto espacial como histórico, de las variables estudiadas se generaron mapas mensuales con isolíneas de los siguientes componentes estadísticos: Percentil 10, Percentil 33, Percentil 50 (Mediana), Percentil 66 y Percentil 90. Complementariamente, se incluyen Anexos con los valores promedios mensuales de cada variable para cada localidad considerada en el análisis de la misma.

## RÉGIMEN HÍDRICO

El modelo de Balance Hídrico para los Suelos de Uruguay (BHSU) utilizado en este trabajo fue desarrollado por INIA en conjunto con la División de Suelos y Aguas del MGAP, y con la Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay (INIA - Unidad GRAS, 2011). Este modelo realiza una estimación del contenido de agua disponible en el suelo integrando la precipitación registrada, la demanda potencial de agua de la atmósfera y la transpiración de la vegetación, con el tipo de suelo. El modelo se corre a paso diario y genera salidas de las siguientes variables: Índice de bienestar hídrico, Agua no retenida en el suelo, Contenido de agua disponible en el suelo y Porcentaje de agua disponible en el suelo.

El modelo de balance hídrico utiliza como variables de entrada: (a) Precipitación Efectiva, que se calcula deduciendo de la precipitación registrada en las estaciones meteorológicas, un valor de escurrimiento superficial estimado en función de la lluvia antecedente (5 días anteriores); (b) Evapotranspiración Potencial, es decir la demanda de agua del suelo por parte de la vegetación que se calcula en función de un modelo físico (Penman-



Monteith) que estima la evapotranspiración potencial en base a valores diarios de temperatura, humedad del aire, velocidad de viento y radiación solar; (c) Capacidad de retener agua del suelo para cada una de las unidades de suelo definidas según Carta de Reconocimiento de Suelos de Uruguay escala 1:1.000.000 (MAP, 1978). El tipo de suelo determina la capacidad de retención máxima de agua en la zona de actividad de raíces.

Para cada día se calcula el cambio de almacenaje mediante la aplicación de un modelo logarítmico que considera la retención del agua por parte del suelo (adaptado de Thornthwaite y Mather, 1957).

El valor de transpiración diaria corresponde al cambio de almacenaje calculado en el paso anterior.

Con el mismo objetivo y metodología que para las variables climáticas, se generaron mapas mensuales con isolíneas de los análisis estadísticos de las siguientes entradas y salidas del modelo: Evapotranspiración método Penman-Monteith (mm/mes), Agua disponible en el suelo (mm y %) y Agua no retenida por el suelo (mm/mes), base a la corrida del modelo durante el período 1985-2009, considerando como cubierta vegetal la de pasturas naturales.

## ACCESO A LA INFORMACIÓN

La "Caracterización agroclimática del Uruguay 1980 - 2009" está publicada en la Serie Técnica 193 de INIA, la que se encuentra disponible *on line* en la web de INIA dentro de la sección del GRAS, en el ítem "Caracterización agroclimática" y dentro del sistema de información "SIGRAS".



# MGAP E INIA IMPULSAN PROYECTO DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA LA PRODUCCIÓN FAMILIAR



El MGAP, a través de la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR), inaugura la convocatoria “Más tecnologías para la producción familiar: promoción y desarrollo de tecnologías apropiadas”.

“Más tecnologías para la producción familiar” prevé la presentación de propuestas en conjunto entre organizaciones de productores rurales de todo el país y entidades públicas y/o privadas de investigación. Como estrategia metodológica se incluye la participación directa de los productores y sus familias en el proceso de investigación.

Las Propuestas de Tecnologías Apropriadas para la Producción Familiar incluyen el apoyo económico no reembolsable de la Dirección General de Desarrollo Rural (Programa Desarrollo Productivo Rural - Ptm.BID 2595/ OC-UR), contando con contrapartes de las organizaciones de productores y las entidades de investigación participantes.

Este instrumento apunta a la participación de la sociedad civil organizada en la generación de tecnologías y al fortalecimiento de los vínculos entre instituciones que integran el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria.

## EL ROL DE INIA EN “MÁS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN FAMILIAR”

La gestión general del Proyecto es conducida por la DGDR del MGAP y cuenta con el apoyo de INIA a través del Programa de Producción Familiar mediante un acuerdo de trabajo específico. INIA brinda a la DGDR un soporte permanente en aspectos relativos a los procesos de investigación y metodológicos para el desarrollo de tecnologías apropiadas.

El Programa de Producción Familiar, a través del Ing. Agr. Joaquín Lapetina, integra el equipo coordinador del Proyecto y participa como enlace INIA – MGAP para potenciar los intercambios desde INIA con este instrumento.

Para INIA resulta estratégico contribuir al diseño e implementación de estos proyectos de desarrollo, a fin de establecer un diálogo directo con el sector productivo organizado.

## TECNOLOGÍAS APROPIADAS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

El Proyecto propone integrar diferentes dimensiones de la tecnología siempre que se encuentren comprometidas con el contexto de la producción familiar y apunten a resolver puntos críticos de estos sistemas productivos. Este enfoque incluye tecnologías de productos y procesos (por ejemplo: de insumos, productivas y organizacionales), vinculadas a diferentes disciplinas que puedan ser “apropiadas a” así como “apropiables por” la familia y organizaciones vinculadas a la producción.

El desarrollo de tecnologías apropiadas es promovido a través de dos procesos:

Co-adaptación: es el ajuste o acondicionamiento de tecnologías ya existentes (exitosamente comprobadas en otras circunstancias), con el fin de que sean funcionales en un nuevo contexto específico. Este proceso es realizado en conjunto entre investigadores y la comunidad de productores destinatarios de la tecnología.

Co-innovación: se refiere a la introducción de nuevas ideas y su desarrollo, concebido como un proceso realizado en conjunto entre investigadores y la comunidad de productores destinatarios de la tecnología.

## PARTICIPACIÓN EN LA CONVOCATORIA

Pueden participar de esta convocatoria organizaciones de productores agropecuarios familiares y entidades de investigación que se asocian para el desarrollo de un proyecto específico.

Al igual que las diversas entidades de investigación, los equipos de trabajo de los diferentes Programas de INIA pueden participar asociándose con organizaciones de productores para el abordaje de temáticas específicas según lo previsto en las bases del llamado. El Programa de Producción Familiar es responsable del acercamiento de este instrumento a los diferentes Programas, estaciones experimentales y Consejos Asesores Regionales.

El apoyo financiero previsto es de carácter no retornable y diferencial de acuerdo a la propuesta realizada y al tipo de organización, estudiando caso a caso las propuestas. Si bien no existe una proporción de aporte mínimo preestablecido con respecto al presupuesto total del proyecto, las contrapartes económicas serán un aspecto especialmente valorado al momento de evaluar las propuestas. El monto máximo de apoyo desde DGDR – BID será de US\$ 40.000 (dólares estadounidenses cuarenta mil) o su equivalente en moneda nacional.

Se buscará priorizar las iniciativas que:

- Aborden problemáticas que apunten a resolver puntos críticos de los sistemas productivos familiares.
- Atiendan aspectos tecnológico-productivos u organizacionales ligados a la fase primaria de la producción, preferentemente desarrollados en forma directa en predios de productores familiares.

- Aporten elementos para la construcción de capacidades en investigación participativa, entendiendo que se parte de una situación de escaso desarrollo en nuestro país.

Asimismo, se tendrá especial consideración por las propuestas que sean presentadas por grupos con alta participación (más del 60%) de mujeres o jóvenes.

## LA OPERATIVA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROPUESTAS

La presente convocatoria requiere la presentación de perfiles de proyectos como paso inicial para la consideración de la propuesta.

Las bases y el formulario de presentación de perfiles se encuentran disponibles en [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy) (solapa Desarrollo Rural/Llamados abiertos/ Más tecnologías).

La recepción de perfiles comienza el día martes 1 de julio y finaliza el martes 30 de setiembre de 2014, realizándose un cierre parcial el día viernes 15 de agosto de 2014.

La DGDR e INIA evaluarán los perfiles de proyecto, contando puntualmente con árbitros específicos dependiendo de cada temática. En el caso de perfiles en los que la entidad investigadora proponente sea INIA, esta institución no participará de su evaluación.

Aquellos perfiles que cumplan con los criterios formales y logren las mejores calificaciones en la evaluación serán invitados a formular la propuesta formal de proyecto.

La elaboración de proyectos se realizará entre setiembre y diciembre de 2014 en fechas que serán comunicadas a los responsables de los mismos. El periodo de ejecución de proyectos será desde diciembre de 2014 hasta setiembre de 2016.

Otras consultas podrán canalizarse vía telefónica a través del 2308 4408 o vía correo electrónico a [consultasdgd@mgap.gub.uy](mailto:consultasdgd@mgap.gub.uy).





# CURSO DE INTRODUCCIÓN A LA BIOINFORMÁTICA

Las tecnologías de secuenciación masiva de ADN (ácido desoxirribonucleico) han permitido desarrollar nuevas estrategias de mejoramiento genético animal y vegetal, a través de la búsqueda de genes o regiones genómicas asociadas a caracteres de interés. Con la posibilidad cada vez más cierta de acceder y analizar la producción de datos de alta calidad provenientes de secuenciación masiva, se abre una variada gama de posibilidades para el mejoramiento genético. De esta forma, se agrega información de variación de secuencia de ADN a los criterios fenotípicos de selección, tradicionalmente usado por los mejoradores.

En los últimos años, los Programas de Arroz y Cultivos de Secano de INIA han incorporado proyectos que involucran el uso de estas tecnologías en los programas de mejoramiento de arroz, trigo y soja, con el fin de validar su utilización para incrementar la ganancia genética y acelerar los procesos de generación de cultivares. La complejidad temática de estos proyectos requirieron el desarrollo de equipos multidisciplinarios capaces de abordar temas de mejoramiento, biotecnología, bioestadística y bioinformática.

Debido al potencial de estas tecnologías, prevemos que sean cada vez más utilizadas en proyectos de INIA y en otros ámbitos de investigación nacional, por lo que una de las principales limitantes será contar con recursos humanos formados que puedan

abordar el análisis de secuencias genómicas en el área de Bioinformática.

Para la ejecución de los proyectos genómicos en curso se consolidó un grupo de trabajo integrando investigadores de la Unidad de Biotecnología (UTBio/INIA) y la Unidad de Tecnologías de la Información de INIA (UTI/INIA). Este grupo se focaliza en el análisis de datos de secuenciación masiva para identificación de variaciones de secuencia a nivel de un único nucleótido, o SNPs (del inglés, Single Nucleotide Polymorphism) que pueden estar asociados a caracteres de producción, calidad y resistencia a patógenos en los diferentes cultivos.

Otros campos de estudio en bioinformática se están incorporando en proyectos productivos para el análisis de microorganismos útiles en diferentes microambientes mediante enfoques metagenómicos.

Con el fin de transferir la experiencia bioinformática adquirida por nuestro grupo de investigación, se llevó a cabo recientemente el curso: "Introducción a la Bioinformática: aplicaciones en proyectos genómicos de mejoramiento genético" en el marco de la Maestría en Ciencias Agrarias - Unidad de Posgrado y Educación Permanente de la Facultad de Agronomía.

El curso fue realizado en la Estación Experimental Wilson Ferreira Aldunate – INIA Las Brujas, del 17 al 21 de



**Cuadro 1** - Temas abordados en el curso de bioinformática.

Temas	Docentes
Técnicas de secuenciación masiva y procesos bioinformáticos asociados	Dr. Hector Romero – Instituto de Biología/Facultad de Ciencias
Introducción a Linux	Lic. Schubert Fernández – UTI/INIA
Genómica aplicada a mejoramiento genético de cultivos	Dra. Victoria Bonnacarrère – UTBio/INIA
Análisis de datos de secuencias provenientes de GBS para la identificación de SNPs	MSc. Silvia Garaycochea - UTBio/INIA
Uso de la pipeline TASSEL 3.0 Genotyping by Sequencing	MSc. Betina Lado – DEBEC/Facultad de Agronomía y MSc. Silvia Garaycochea - UTBio/INIA
Estudios de asociación y selección genómica en producción animal	Dra. Elly Navajas - UTBio/INIA
Búsqueda de variantes tipo SNPs en genomas completos utilizando el programa GATK	Dra. Luisa Berná – Unidad de Biología Molecular/IPMon
Introducción a Programación Python	Lic. Schubert Fernández – UTI/INIA

marzo de 2014, con la participación de 16 estudiantes provenientes de Uruguay y de Argentina. Se contó con un plantel docente interinstitucional, con investigadores de Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias, Instituto Pasteur de Montevideo e INIA.

El curso se enfocó en el uso de herramientas bioinformáticas para el análisis de datos genómicos a ser aplicados en la mejora de plantas y animales. Se proporcionaron las bases teóricas y prácticas de las técnicas más utilizadas de secuenciación masiva y sus principales aplicaciones; en particular las herramientas de detección de marcadores moleculares, SNPs, a partir de datos provenientes de la técnica de genotipado por secuenciación (del inglés, Genotyping by Sequencing) y de secuencias de genomas completas.

Una característica particular del curso fue ofrecer a los estudiantes opciones realistas para la integración de estos nuevos enfoques en sus propias prácticas de trabajo. El objetivo del curso fue que los estudiantes obtuvieran marcadores SNPs a partir de un conjunto de datos crudos de secuenciación ejecutando complejos procesos informáticos. Con este fin, el curso se organizó en 21 horas de clases prácticas y 9 horas de clases teóricas, para la introducción de las diferentes temáticas.

En el Cuadro 1 se detallan los temas abordados en el curso.

INIA en sus proyectos con abordaje genómico y gracias a la reciente adquisición de un servidor con las capacidades adecuadas para el almacenamiento y cálculo requeridos para este tipo de trabajos, brinda el entorno para el desarrollo de trabajos finales de grado y posgrado a estudiantes vinculados con el sector agrope-

cuario. La realización de este curso permitió empezar a consolidar una masa crítica en bioinformática aplicada al mejoramiento, que esperamos pueda contribuir a la ejecución de proyectos genómicos en diversos ámbitos de investigación nacional.

**INTRODUCCIÓN A LA BIOINFORMÁTICA**  
**APLICACIONES EN PROYECTOS GENÓMICOS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO.**

El objetivo general del curso es acercar las herramientas bioinformáticas disponibles a profesionales y estudiantes interesados en la genómica aplicada a la mejora de plantas y animales.

Inscripciones:  
 Unidad de posgrado y educación permanente - Facultad de Agronomía  
 upep@fagro.edu.uy  
 www.fagro.edu.uy/posgrados

Duración: 5 días  
 Carga horaria: 30 hs  
 Fecha: 17 - 21 de Marzo 2014  
 Horario: 8:30 - 16:30  
 Lugar: INIA Las Brujas, Rincón del Colorado, Canelones

Docentes:  
 Héctor Musto  
 Victoria Bonnacarrère  
 Elly Navajas  
 Bettina Lado  
 Luisa Berná  
 Schubert Fernández  
 Silvia Garaycochea

Contacto:  
 Schubert Fernández: sfernandez@inia.org.uy  
 Silvia Garaycochea: sgaraycochea@inia.org.uy

# INIA E IRTA ACORDARON CREACIÓN DE UNIDAD MIXTA DE INVESTIGACIÓN

INIA y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias de Catalunya (IRTA) refrendaron un acuerdo de cooperación bilateral en el ámbito agroalimentario en tres áreas estratégicas: fruticultura, riego y ganadería de precisión. También formalizaron un acuerdo suscrito entre ambas instituciones para la constitución de una Unidad Mixta de Investigación.

Tras la firma de los acuerdos, el Ing. Roel enfatizó en que la conformación de esta Unidad va a permitir solidificar el camino hacia la generación de alianzas estratégicas, no sólo con Catalunya sino también con Nueva Zelanda e Irlanda, y en un futuro con Alemania. “Esto nos va a permitir robustecer una de las necesidades básicas que tiene el país, que es seguir interaccionando con la investigación de punta a nivel internacional”.

Las unidades mixtas de investigación son una figura prevista por la Comisión Europea que vincula las actividades de investigación de las dos instituciones, permitiendo la concurrencia en proyectos de investigación en

convocatorias europeas para proyectos que se consideren estratégicos para ambas partes.



# TALLER EN URUGUAY DE LA ALIANZA WORLDWIDE UNIVERSITIES NETWORK

La plataforma global para la intensificación sustentable de la ganadería pastoril, propiciada por la Alianza

Worldwide Universities Network (WUN) mantuvo reuniones de trabajo en INIA Treinta y Tres e INIA Las Brujas. Se trata de una plataforma nacida a instancias de grupos de investigación vinculados a la temática de intensificación sustentable de la ganadería de diversos países, entre los que destacan Reino Unido, Australia y China. Con esta actividad, Uruguay es el primer país de la región con participación activa en esta red, e INIA la institución de referencia.

Este proyecto interdisciplinario evaluará el potencial global para incrementar la producción de sistemas ganaderos pastoriles y a la vez minimizar los impactos ambientales asociados al cambio en el uso del suelo.

El proyecto se centrará en el desarrollo de plataformas agrícolas en diferentes regiones del mundo que ejemplifican diversos sistemas de producción ganadera. Las decisiones se centrarán en el sistema de producción, la genética animal apropiada y el manejo sanitario, con líneas de investigación a escala de paisaje en cada uno de estos sistemas.



# ACUERDO DE INSTALACIÓN DE ENSAYO DE BIOMASA. INIA - GESTAMP BIOMASS

El 14 de mayo se llevó a cabo la firma del Acuerdo de Instalación del Ensayo de Biomasa entre INIA y GESTAMP BIOMASS, S.L.

El acuerdo tiene como objetivo evaluar desde el punto de vista productivo, operativo, ambiental y económico un sistema de manejo forestal con destino a biomasa. Se evaluarán tres especies de eucaliptos: *E.dunnii*, *E. grandis* y *E.benthamii* a dos densidades de plantación, 2220 y 3700 plantas/ha. Las evaluaciones se realizarán en diversas áreas: productiva, ambiental y económica, analizando el costo de operación de la producción de madera con el objetivo de obtener precios operativos extrapolables a un escenario de mercado comercial.

GESTAMP BIOMASS, entre otras tareas, se compromete a aportar las plantas necesarias para llevar adelante el ensayo, realizar las actividades de plantación y cosecha, realizar el procesamiento de la biomasa en la planta de procesamiento, y elaborar un informe como resultado del procesamiento de la biomasa de las distintas especies evaluadas.

Por su parte, INIA se compromete a llevar adelante el muestreo y la evaluación productiva, de cosecha, ambiental y económica del ensayo y realizar un informe final con los datos relevados.



# MISIÓN DE EXPERTOS DE CHINA EN URUGUAY

Del 25 de abril al 3 de mayo, INIA recibió una misión de expertos de la República Popular China. El objetivo fue identificar un área de interés conjunto y formular un

proyecto de investigación colaborativa en mejoramiento genético y biotecnología del cultivo de soja; identificar oportunidades de capacitación de mediano y largo plazo en China para investigadores uruguayos e identificar candidatos chinos a desarrollar postdoctorados en Uruguay.



El MGAP e INIA han dado prioridad política al desarrollo de una estrategia de colaboración científico - técnica de largo plazo con la República Popular China. El Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ing. Agr. Tabaré Aguerre y el Presidente de INIA, Dr. Alvaro Roel, visitaron China en junio 2013 para participar del "Foro de Ministros de Agricultura entre China y América Latina" llevado a cabo en Beijing.

Durante este foro, se llevó a cabo una sesión especial sobre ciencia y tecnología agropecuaria, presidida conjuntamente por el Presidente de la Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS), Tang Huajun, y el Presidente de INIA, Alvaro Roel. El principal tema de interés compartido priorizado por la CAAS e INIA fue la colaboración para el mejoramiento genético del cultivo de soja.





SEMINARIO INTERNACIONAL

INTERNATIONAL SEMINAR

## Un siglo de mejoramiento de Trigo en La Estanzuela

1914 - 2014

One century of wheat breeding at La Estanzuela

1914-2014

### Un valioso legado para el futuro

Una inmejorable oportunidad para analizar, junto a destacados expertos, los desafíos y avances del mejoramiento genético de trigo: resistencia a enfermedades, tolerancia a estreses abióticos, calidad industrial y nutricional y mejoramiento molecular,

### A valuable legacy for the future

An opportunity to discuss, with remarkable experts, the challenges and achievements of wheat breeding: resistance to diseases, tolerance to abiotic stresses, crop quality and molecular breeding.

27 al 29 de Agosto de 2014  
Colonia, Uruguay  
INIA La Estanzuela

Reserve esta fecha  
Mayor información en:  
[www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)

**inia**  
La Estanzuela

August 27-29th, 2014  
Colonia, Uruguay  
INIA La Estanzuela

Take note of this event  
For further information:  
[www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)

DESTACADOS INIA

AGENDA 2014

# CITRUS

Citricultura en el Uruguay:  
sanidad, genética e inserción internacional.

**Viernes 29 de Agosto**  
**INIA Salto Grande**

- Tendencias de mercado y desafíos para la citricultura nacional. Caso de EEUU, Asia y Brasil.
- Nuevas variedades y sus implicancias productivas y comerciales.
- Protección del cultivo. Principales amenazas y tecnologías aplicadas para su mitigación.

INSCRIPCIONES ABIERTAS



**inia**  
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria  
URUGUAY

# ESTE AÑO HAY DOS MUNDIALES. UNO EN BRASIL Y OTRO EN URUGUAY.

CONGRESO INTERNACIONAL  
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA CARNE URUGUAY 2014"  
DEL 17 AL 22 DE AGOSTO. PUNTA DEL ESTE.



Organizan:



Declaración de interés:



REGÍSTRESE EN  
[icomst2014.org](http://icomst2014.org)

## ICOMST

60th International Congress of Meat Science and Technology

### URUGUAY | 2014

*Nature & Innovation*

WITH DUE RESPECT





### FPTA 53

#### Tecnología de aplicación de agroquímicos en cultivos extensivos

Esta publicación presenta los principales resultados y conclusiones del Proyecto FPTA 260, que tuvo como objetivo la obtención de resultados experimentales en tecnología de aplicación de agroquímicos o fitosanitarios en los cultivos de trigo y soja.

Una de las principales causas de pérdidas de productos fitosanitarios al ambiente es la deriva. La tecnología ha desarrollado dispositivos para disminuir las pérdidas por deriva, con la creación de nuevas boquillas. Sin embargo, existen opiniones encontradas en cuanto a la eficacia de las mismas, ¿Es posible que esto conlleve a la disminución de la eficacia de los tratamientos?

Por otra parte, en la búsqueda de mayor eficiencia operacional han ido disminuyendo las tasas de aplicación con que se distribuyen los fitosanitarios ¿Puede afectar esto la efectividad de los tratamientos?

En este contexto se han planteado varios experimentos en cultivos comerciales para dilucidar algunas de estas interrogantes y contribuir al uso racional de fitosanitarios.



### Boletín de Divulgación 105

#### Producción integrada de cebolla

La Producción Integrada (PI) se define como un sistema de manejo de los predios para la obtención de alimentos de buena calidad y con alta productividad, priorizando los métodos de producción ecológicamente seguros y económicamente viables.

Desde hace varios años, INIA junto a otras instituciones y organizaciones han venido realizando esfuerzos consecuentes para cumplir con el desarrollo de tecnologías dentro del marco de la PI.

La adopción de la tecnología incluida en las Normas por cultivo le permite a cualquier productor y a los técnicos asesores, llevar adelante un proceso productivo equilibrado en el manejo de los recursos, que tiene como pilares básicos la seguridad alimentaria e inocuidad, la conservación de la diversidad, la protección de los trabajadores y la rentabilidad sostenible en el paso del tiempo.

Esta publicación sobre producción integrada de cebolla, con un formato distinto que destaca la relevancia de las normas propuestas, se complementa con recomendaciones y material gráfico, contribuyendo a la difusión de la PI.



### Serie Técnica 212

#### Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural

Esta publicación resume trabajos de investigación sobre el uso eficiente del ensilaje de grano húmedo de sorgo en la producción ganadera.

Se presenta información sobre aspectos relevantes en el uso de esta tecnología, donde se destacan: la caracterización y relevamiento del valor nutricional del ensilaje de grano húmedo de sorgo en la región Este, la evaluación de diferentes fuentes proteicas para mejorar la eficiencia de utilización del sorgo sobre campo natural en distintas categorías de bovinos y la medición del impacto productivo y económico del uso de estas tecnologías

Constituye un sólido aporte para la toma de decisiones de técnicos y productores en procura de mejorar la productividad y el ingreso en los sistemas ganaderos, así como para la formación de estudiantes en ciencias agrarias.



INIA edita para Ud.: Series Técnicas, Boletines de Divulgación, Hojas de Divulgación. Consulte las últimas novedades en sus oficinas, instituciones amigas o en nuestra página web: [www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)

#### Comunicación INIA vía SMS.

INIA usará mensajes de texto para comunicar actividades de divulgación de los distintos rubros y sistemas productivos. Si a Ud. le interesa recibir este tipo de información, envíenos sus datos al siguiente e-mail: [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)

Nombre / Apellido / Celular / Temas de interés





ESTA PUBLICACIÓN LLEGA A USTED A TRAVÉS DE CORREO URUGUAYO



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

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

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

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

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

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

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

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



RED  
NACIONAL  
POSTAL

