

REVISTA N° 27 - DICIEMBRE 2011
ISSN - 1510 - 9011
CORREOS DEL URUGUAY
FRANQUEO A PAGAR / Cuenta N° 1010



Sumario



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Agr. MSc Enzo Benech
MGAP - Presidente

Ing. Agr. Dr. Mario García
MGAP - Vicepresidente

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

Ing. Agr. MSc Rodolfo Irigoyen
Cooperativas Agrarias Federadas
Comisión Nacional de Fomento Rural
Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agrícola

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

Director Responsable:
Ing. Agr. Raúl Gómez Miller

Fotografías:
Edison Bianchi, Amado Vergara

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

Edición: Diciembre 2011 / N° 27

Tiraje: 23.000 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

Internet: <http://www.inia.org.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 27 / Diciembre 2011

EDITORIAL

1

INIA POR DENTRO

- Evaluación del impacto de la investigación realizada por INIA 2
- Proceso de gestión estratégica de la investigación 9

PRODUCCIÓN ANIMAL

- Ganadería de precisión 13
- ¿Hacia dónde vamos en la invernada intensiva? 19
- Eficiencia en la gestión de predios invernadores 25
- Efecto del peso de faena de cerdos 32

HORTIFRUTICULTURA

- Variedades de boniato aptas para congelado 37
- Riego y fertilización en el manzano cultivar 'Gala' 41

FORESTAL

- Primer banco nacional de ADN genómico del género *Eucalyptus* 45

SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

- Evaluando la sostenibilidad energética de las agroenergías 48

EVENTOS

- Congreso IUFRO 52

NOTICIAS

- Gira oficial a EEUU 53
- Conferencia trianual de la investigación en suelos 54
- Proyecto Iberovino 56
- Detección de resistencia en arroz rojo 58
- Premio al Programa de Arroz de INIA 59

EN MEMORIA

- Mario Costa Grecco 60

Agradecemos mantener sus datos actualizados para una mejor distribución de la revista. Para ello debe ingresar a su registro en www.inia.org.uy.

Por dudas y consultas favor comunicarse al Tel.: 2367 7641, Int. 1764 de 8 a 16:30.



EDITORIAL

Ing. Agr. Enzo Benech
Presidente - Junta Directiva INIA

Finalizando el 2011 hacemos un balance positivo del año, ya que los objetivos planteados pudieron ser llevados adelante con éxito.

Luego de definir la Agenda de Investigación, identificando grandes temas y sistemas de producción relevantes a nivel nacional, se realizó la convocatoria a presentación de propuestas y formulación de proyectos. El cierre de la convocatoria concluyó el pasado 2 de diciembre, presentándose aproximadamente 70 proyectos, de los cuales 50 corresponden a la línea definida como "solucionar problemáticas estratégicas nacionales con visión de largo plazo, que se relacionen con la investigación de vanguardia del país"; mientras que los 20 restantes tienen la finalidad de "solucionar problemáticas tecnológicas, donde se prioriza la asociación y articulación con la demanda". Éste es el primer proceso realizado con los nuevos instrumentos y metodologías generadas para la implantación del nuevo Plan Estratégico Institucional.

Continuando con un proceso de revisión, evaluación y discusión permanente orientado a la consolidación de una Institución capaz de adaptarse a los nuevos tiempos, fue que INIA entendió conveniente y oportuno realizar un estudio para medir los impactos económicos, sociales y ambientales de su labor. Entendemos que ésta es la forma correcta en que la Institución debe rendir cuentas a la sociedad sobre la asignación de recursos. El objetivo general de la evaluación fue el desarrollo y aplicación de un abordaje metodológico para estimar el impacto agregado de las acciones de INIA a nivel económico, social y ambiental en estos 20 años.

La consultoría fue llevada a cabo por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), entre octubre de 2010 y junio de 2011, de acuerdo a la oferta presentada al llamado público abierto realizado por INIA en abril de 2010.

Un estudio de este tipo permite contar con información relativa a los impactos y retorno de los fondos para investigación ejecutados por el INIA y además contribuir a la mejora en la asignación de recursos institucionales en el futuro, fortaleciendo en el mediano y largo plazo los sistemas agropecuarios, colaborando en un desarrollo social y económico más amplio y equitativo.



De este estudio se deduce el muy buen retorno de la inversión en investigación agropecuaria. Esta premisa es condición necesaria pero no suficiente, por eso hemos agregado el impacto social y ambiental. De poco servirá la tecnología si no contribuye a la construcción de un país más justo, solidario y en armonía con el medio ambiente.

Otro de los logros alcanzados por el INIA durante este año fue que el Programa Nacional de Arroz resultó galardonado con el Premio Morosoli Institucional en forma conjunta con la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) y la Gremial de Molinos Arroceros (GMA). Sin duda esto es la cosecha de un largo esfuerzo realizado por un equipo de trabajo durante muchos años, desde la creación de la Estación Experimental del Este. El desafío actual es poder seguir trabajando para continuar en la línea de tan alta distinción.

Por último y esperando nuestro próximo encuentro, deseamos a todos nuestros amigos y colegas, un año 2012 pleno de felicidad y prosperidad.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA POR INIA EN EL PERÍODO 1989-2009



INIA entendió conveniente y oportuno realizar, en el marco del 20º aniversario de la aprobación de la Ley de su creación, un estudio que permitiera medir los impactos económicos, sociales y ambientales de su accionar. Se entendió que ésta era la forma en la que la Institución puede rendir cuentas de la asignación de recursos a la sociedad, aportando información objetiva en relación a los impactos y retornos de los fondos para investigación que se ejecutaron y además contribuir a la mejora en la asignación de recursos institucionales en el futuro.

Atendiendo a esta inquietud, se realizó un llamado abierto a consultoras nacionales e internacionales para realizar un estudio con el objetivo de estimar el impacto de las acciones de INIA para el período 1989-2009.

La responsabilidad de su ejecución recayó en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), contando con la colaboración de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. El estudio sobre "Evaluación de los impactos económicos, sociales y ambientales de la inversión en investigación realizada por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el período 1989-2009" se realizó entre octubre de 2010 y junio de 2011. A los tres componentes previstos inicialmente se le incorporó un cuarto, redefinido y ampliado en la propuesta de IICA: el componente institucional, incluyendo el capital humano y el social institucional.

Para la investigación, considerando el ámbito de la acción de INIA y el tiempo limitado de la evaluación, se priorizaron algunas cadenas de valor para su evaluación basándose en los siguientes criterios: a) información disponible para cada componente/dimensión de la evaluación (económico, social, ambiental e institucional); b) evaluaciones de impacto ya realizadas y sus resultados; c) relevancia de la cadena de valor en el contexto de la economía sectorial agropecuaria uruguaya; y d) prioridad para INIA, en el pasado, presente y/o futuro, según documentos institucionales y opiniones de sus jerarcas y de los usuarios de las tecnologías.

El proceso se inició con la identificación de los principales productos tecnológicos de cada Programa de INIA, para lo cual fue enviado un cuestionario a todos los Directores de Programas y de Estaciones Experimentales (EE), luego complementado con entrevistas personales y visitas a las EE. Así se llegó a una matriz de estudio resumiendo los rubros/cadenas/sistemas productivos a evaluar, los componentes a analizar y las técnicas a utilizar.

Luego de identificados los principales productos tecnológicos de INIA se intentó recopilar la información disponible sobre el nivel de adopción de esas tecnologías.

De acuerdo a la información existente en cada caso se procedió a recolectar información primaria y secundaria. La evaluación incluyó una serie de métodos participati-

vos, tales como entrevistas presenciales, por vía electrónica y telefónica, encuestas a productores, grupos focales con técnicos asesores de empresas agropecuarias y un estudio Delphi electrónico.

Si bien algunas de las técnicas utilizadas abarcaron las cuatro dimensiones de la evaluación, cada componente utilizó, adicionalmente, otras técnicas para el levantamiento de información primaria.

Se realizaron actividades de levantamiento primario de información de uso transversal para todos los componentes: una encuesta en el rubro lechería, otra en el rubro ganadería, tres grupos focales y estudios de casos.

Algunas limitantes observadas en la Evaluación fueron:

(a) la carencia de una línea de base que permita una evaluación contra-factual de los impactos. INIA se desarrolla sobre la plataforma de conocimientos de las instituciones que lo precedieron –Instituto Fitotécnico Nacional, el CIAAB, y los trabajos de varias de las EE posteriormente integradas al CIAAB o al INIA– por lo que es muy difícil establecer una relación causal entre INIA y los posibles impactos que se observen hoy;

(b) muchas de las tecnologías –exceptuando las obtenciones genéticas y otras puntuales– son paquetes de manejo y/o gestión de rubros/cadenas o sistemas productivos que, si bien pueden haber sido originadas por INIA, muy a menudo incluyen contribuciones y/o modificaciones de otras instituciones y/o de los propios productores que las adoptan y adaptan a sus condiciones de producción. Esto adiciona otra complicación a la atribución de causalidad a la acción de INIA;

(c) un presente de unicidad de INIA como institución pública de investigación agropecuaria del Uruguay que reduce las opciones de posibles evaluaciones contra-factuales a dos hipótesis: i) la opción de “no-INIA” o inexistencia de una institución público-privada exclusivamente dedicada a investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el país; o ii) la continuidad, muy difícil de proyectar, de la institucionalidad de investigación agropecuaria anterior a INIA, o sea el CIAAB;

(d) no sólo la adopción tecnológica es por propia naturaleza lenta, tanto más cuanto más complejas las tecnologías y cuanto más demanden un cambio conductual de los productores, sino que aún más demorada es la manifestación de los impactos económicos, sociales y ambientales;

(e) en la medida en que INIA no es responsable por la transferencia tecnológica, el Instituto no dispone de registros de tasas de adopción ni de los cambios que se producen como consecuencia de las tecnologías por él generadas en los aspectos económicos, sociales o ambientales;

(f) la carencia, a lo interno de INIA, de una sistematización de datos, información y conocimiento, que permi-

tiera conocer y evaluar la producción tecnológica institucional real y total;

(g) si bien, principalmente a partir de mediados de los años 2000, INIA ha avanzado en la incorporación de las dimensiones sociales y ambientales en sus proyectos, programas y planes estratégicos institucionales, no existe aún información sustantiva que permita medir los avances realizados en estas dos dimensiones.

En la comparación internacional, la investigación agropecuaria en Uruguay y en particular INIA, desde 1990, se ubica mejor que la mayoría de los países del Cono Sur. Uruguay presenta una relación de gasto en I+D+i con el PBI sectorial comparable al de algunos países desarrollados.

La inversión original en la creación del INIA aparece positivamente justificada, con una relación beneficio/costo que se estima en 16:1.

El impacto social de la tecnología se concibe en este estudio como la influencia que los logros en materia científica y tecnológica tienen sobre la calidad de vida de sectores de la población del Uruguay. Se analizó la percepción de los adoptantes de tecnologías en relación a los efectos de éstas sobre distintos aspectos de la dimensión social (capacitación y empleo, salud, ingreso, gestión y administración de establecimientos agropecuarios). Se detectaron percepciones e impactos positivos a nivel social, como consecuencia de mejoras en el desempeño económico asociado a algunos cambios tecnológicos en diversos rubros.

En el tema ambiental, como estrategia alternativa se consideró obtener una aproximación a los impactos a través de la sistematización de las percepciones, visiones y opiniones de diferentes actores vinculados a cada uno de los sistemas de producción.



En diversos sistemas productivos, las tecnologías utilizadas y promovidas por INIA, como las rotaciones y la siembra directa, son percibidas por los productores encuestados como generadoras de impactos positivos para el ambiente, principalmente en el suelo.

CONTEXTO DE ACCIÓN DE INIA: EVOLUCIÓN DEL SECTOR E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

El crecimiento del producto agropecuario para el período 1980-2009 alcanzó 158% en tanto el crecimiento de los factores de producción fue de 43%, medidos ambos punta a punta.

Considerando todo el período, el crecimiento de la productividad total de los factores de producción (PTF) fue de 81%, lo que es equivalente a una tasa anual de 2% (Figura 1).

CRECIMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS

Excepto en los casos de soja y maíz, el crecimiento anual de los rendimientos de los principales cultivos durante la última década superó largamente las tasas de crecimiento histórico. En el caso del maíz, el progreso fue más importante durante los '90. Sin embargo, considerando las tres últimas décadas, es el cultivo que registró el crecimiento mayor en términos de rendimiento por hectárea con un 5% anual. La soja, siendo el caso de mayor relevancia en términos de crecimiento del área sembrada, es sin embargo el cultivo con peor performance en crecimiento de la productividad en la última década (Figura 2).

De entre las distintas tecnologías, la introducción de la siembra directa (SD) en la agricultura tuvo un efecto importante a dos niveles: disminuyó el costo de instalación del cultivo y posibilitó la intensificación del uso de la tierra.

En 2000/01 el 11,3% de los productores agrícolas ya utilizaban la SD en sus explotaciones. En 2009/10 prácticamente la totalidad del área de cultivos de verano fue

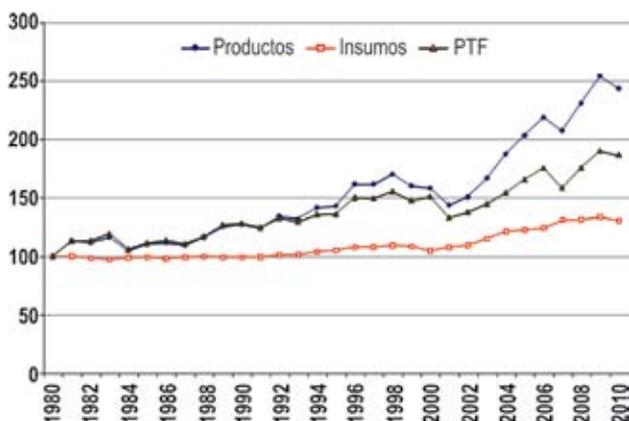


Figura 1 - Crecimiento de la productividad total de factores: 1980-2010

hecha en SD, lo que evidencia la enorme importancia del desarrollo de esta técnica en el sector agrícola. La intensidad de uso de la tierra creció desde 1,06 en 1990 a 1,56 en 2010.

CRECIMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS PECUARIOS

La tasa de extracción del rodeo vacuno se ha incrementado en las últimas décadas, aún cuando la variación año a año sigue siendo importante. La tendencia de largo plazo muestra que del promedio de 13-14% que se registraba en la década del '80, la tasa de extracción promedio ha ascendido, en los últimos 10 años, hasta casi 18%.

Concomitantemente, el área de pastoreo se ha reducido un 10% desde 1996 y la dotación creció 7% en el mismo período. Esto indica que el proceso de terminación de animales para faena es hoy más eficiente; la productividad vacuna por hectárea de pastoreo y por unidad ganadera ha crecido 45% desde 1980.

Sin embargo, los indicadores del rodeo de cría no han mejorado sustancialmente.

Por su parte, en el sector lechero la productividad expresada en litros de leche por vaca masa (VM) ha crecido sostenidamente en los últimos 20 años. Si en 1980 la productividad media era de 2.500 L/VM, en 2009 se alcanza una cantidad de 4.300 L/VM, lo que es 72% más alto.

EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE INIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AGROPECUARIA

Consideraciones metodológicas

A través del ajuste de un modelo fue posible cuantificar el "beneficio bruto" de la investigación y la relación Beneficio/Costo.

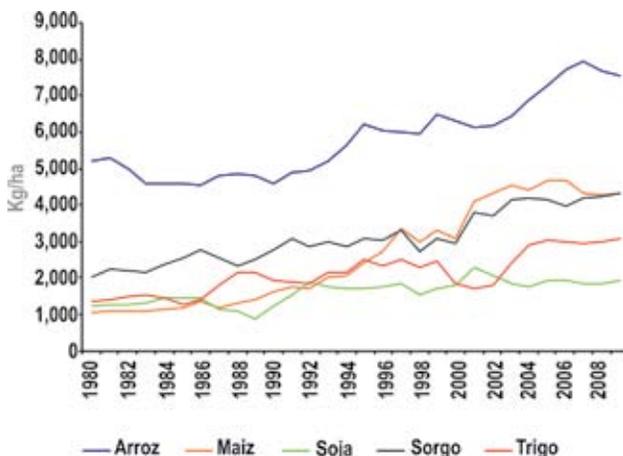


Figura 2 - Evolución de los rendimientos de los principales cultivos, 1980-2009. (kg/ha; promedios móviles de 3 años)

El beneficio bruto de la investigación se define como el cambio que ocurriría en el valor de la producción agropecuaria de producirse un incremento (o una reducción) de la Productividad Total de los Factores de Producción (PTF) resultante de un cambio en el stock de conocimientos. Si se estima, por ejemplo, cuánto se reduciría la PTF si no hubiese existido INIA, se puede deducir cuál es el beneficio que fue generado por las actividades de INIA.

Resultados

a) Componentes del crecimiento de la PTF

El crecimiento de la PTF en 30 años fue estimado en 81%. El 55% de ese crecimiento es atribuible a la fracción explicada por los factores de producción empleados con la tecnología de 1980. Dado que el VBP agropecuario de 2009 fue de U\$S 4.110 millones, U\$S 2.270 millones corresponden por lo tanto a tal fracción. El resto, o residuo, de U\$S 1.840 millones corresponden al crecimiento de la productividad total. Una parte de este crecimiento es explicado directamente por las actividades públicas de I+D+i, en tanto el resto está asociado a la investigación del sector privado, economías de escala, mejoras en la infraestructura, mejoras en los procesos, etc.

Tomando como punto de partida el año en que INIA inicia sus actividades, podemos estipular que, de no haber habido cambio técnico entre 1990 y 2009, el VBP actual con la tecnología de 1990 sería de U\$S 2.795 millones (esto es, el 68%). El residuo de 32% corresponde al crecimiento de la productividad total en los últimos 20 años. Para 2009, el residuo es igual a U\$S 1.315 millones. INIA da cuenta de una fracción de ese 32%.

En síntesis, el modelo estaría indicando que la inversión pública en I+D+i tiene un efecto significativo sobre el crecimiento de la productividad del agro. Para el período 1980-2009, por cada 1% que aumenta el stock de conocimientos total, incluyendo INIA, UdelaR e IPA, la productividad agropecuaria crece 0,35%.

b) Relación beneficio/costo de las actividades de INIA

Los resultados muestran que la relación de beneficio/costo resultado de haber instalado el INIA en 1990 es igual a 16,26 contra la alternativa de haber mantenido un 8% del presupuesto del MGAP directo a investigación aplicada (tal como sucedía en aquel momento). O en otras palabras, por cada peso que representó el INIA en gasto público en I+D+i en el período de 20 años analizado, en promedio se obtuvieron 16,26 pesos de beneficio neto.

Los 137 mil millones de pesos de beneficios brutos de la investigación de INIA son equivalentes al 11% del VBP agropecuario acumulado de los últimos 20 años.

1 - Entre 1980 y 2009 se registra un crecimiento importante de la productividad agropecuaria global que se acelera en la última década.

2 - A largo plazo, la lechería y más recientemente los cultivos extensivos, constituyen los principales dinamizadores del crecimiento del producto agropecuario.

3 - Entre los cultivos extensivos, el crecimiento en los rendimientos de maíz y sorgo es el más importante.

4 - La expansión del cultivo de soja contribuye al crecimiento de la productividad por sustitución de actividades productivas.

5 - La generalización de la SD constituye la innovación más importante del sector, asociado al cambio en los precios relativos de fungicidas y herbicidas y la mayor disponibilidad de maquinaria.

6 - La ganadería de carne muestra tendencias contradictorias entre subsectores más dinámicos, como la invernada, y subsectores estancados como la cría y la producción de lana.

7 - El impacto global de las actividades de I+D+i es positivo a largo plazo. La inversión original en la creación del INIA aparece positivamente justificada, con una relación beneficio/costo que se estima alrededor de 16:1, dependiendo de la tasa de descuento empleada.

8 - El 32% del producto agropecuario actual está explicado por el crecimiento de la productividad de los últimos 20 años. Sobre ese total las actividades de I+D+i constituyen una fracción relevante, probablemente superior a la mitad.

9 - Bajo la hipótesis de que el INIA no hubiese sido creado en 1990, y en cambio el CIAAB se hubiese mantenido, en términos relativos, con la misma asignación presupuestaria del MGAP de 1989, el VBP agropecuario acumulado en los últimos 20 años habría sido aproximadamente 11% inferior al efectivamente logrado.



PRINCIPALES CONCLUSIONES POR RUBRO Y/O SISTEMA PRODUCTIVO

Lechería

- La difusión del paquete tecnológico de INIA ha continuado creciendo, especialmente en los niveles intermedios de productividad, ya que parece haber una barrera relativamente difícil de traspasar para la adopción del modelo Avanzado (más tecnificado).
- Como resultado atribuible a las actividades de INIA, en los últimos 20 años, puede estimarse que el VBP del subsector es 14% superior del que sería en ausencia de dichas actividades.
- El crecimiento de la productividad, en términos de litros de leche por hectárea, lograda por la adopción del paquete tecnológico generado y difundido por el CIAAB/INIA es equivalente a un plus actual de 190 U\$S/ha, a los precios de 2010.
- Los productores encuestados muestran una marcada dificultad para percibir y valorar los cambios en el ambiente asociados con las propuestas tecnológicas de INIA.

Arroz-Pasturas

- Las rotaciones arroz-pasturas son tecnologías que, originadas en la Estación Experimental del Este (EEE) para esa región del país, han sido objeto de atención de INIA desde su creación. La tecnología se ha ido ajustando, producto de los resultados de las investigaciones, tanto para esa región como para el norte.

- Los sistemas de arroz-pasturas han registrado incrementos significativos de la productividad total, asociados al manejo del cultivo de arroz y a la introducción de la ganadería de invernada en la rotación con pasturas.

- Una parte del crecimiento de la productividad es fruto del esfuerzo de investigación anterior al INIA (p.ej. la variedad dominante fue liberada en 1987), realizado en la EEE. La contribución, no menor, del INIA está concentrada principalmente en el ajuste de las técnicas pre-existentes y en su difusión y promoción.

- Las rotaciones generan impactos positivos -sobre todo las de larga duración- porque mejoran las condiciones de los suelos y son reconocidas como una tecnología sustentable para áreas que requieren un manejo conservacionista, como la Reserva de Biosfera Bañados del Este.

Sistemas Agrícola-Ganaderos

- Tanto de la revisión bibliográfica como de las entrevistas a técnicos se destaca una valoración positiva de la tecnología de rotaciones. INIA ha acumulado mucha evidencia empírica sobre sus impactos positivos, desde el punto de vista ambiental, en el recurso suelo y sobre su contribución para mantener la diversidad biológica.

- Los cambios recientes en los sistemas agrícola-ganaderos han sido liderados por la generalización de la siembra directa, el uso de herbicidas y el uso de híbridos o variedades genéticamente modificadas, así como por la mayor intensificación agrícola. El impacto positivo del esfuerzo del INIA en investigación aplicada, en particular en los sistemas de rotaciones, debe visualizarse sobre todo a través del cambio en el control de los procesos de producción.

- Se considera que el actual enfoque de la agricultura marca la necesidad de seguir investigando y probando las tecnologías más conservacionistas, como las rotaciones agrícola-ganaderas. INIA, que lideró la implementación de las mismas, no puede estar ajeno a esto, dada la actual realidad que pone en riesgo el suelo, principal recurso productivo del país.

Ganadería Extensiva

- La ganadería extensiva, actividad que ocupa la porción más grande de los suelos productivos del país, registra escaso crecimiento de la productividad en los últimos 10 años. Los indicios de mejoras son locales, geográficamente limitados, y no compensan las pérdidas de productividad observadas en otras regiones.

- Parecería haber evidencia de que esta situación en la productividad de la ganadería extensiva no está explicada por la falta de propuestas tecnológicas, sino por la falta de capacidades de gerenciamiento de las nuevas

técnicas, más demandantes en manejo de información y control de procesos de lo que numerosos productores ganaderos están habituados a administrar.

- En los impactos sociales se destaca que, de acuerdo a los encuestados que realizaron cambios técnicos en establecimientos ganaderos entre 2006 y el presente, estos cambios afectaron positivamente la calidad de vida de los productores y su familia.

- En general las tecnologías de INIA para la producción ganadera, que son adoptadas y ajustadas por los productores, no son visualizadas por estos mismos como causas de cambios significativos en las condiciones ambientales de los predios, lo cual no significa que no se generen impactos ambientales. Los efectos ambientales muchas veces son mínimos e imperceptibles en el corto plazo, pero acumulados en el largo plazo pueden ser significativos.

Producción Integrada Hortifrutícola

- De acuerdo a la opinión de los entrevistados y la bibliografía disponible, los productores que han pasado por la experiencia de participar en el Programa de Producción Integrada (PI), y aquellos productores que valoran disponer de los paquetes tecnológicos propuestos en las normas de PI, continúan empleando estas pautas y recomendaciones en sus explotaciones, independientemente de certificar o no su producción.

- Si bien las tecnologías de PI han sido aplicadas en establecimientos granjeros del Uruguay, no se logró que el consumidor percibiera las diferencias entre un producto desarrollado bajo producción convencional y otro de PI. Aun a igualdad de precios, no resultó atractivo para la mayoría de los productores por el costo de la certificación.

- La hortifruticultura bajo PI evidencia una mejora en la conservación de los recursos naturales (suelos y aguas), y en las condiciones de gestión del establecimiento y de la salud humana, que redundan en una mejor performance respecto al manejo convencional.

- En Uruguay, la PI resultó un “éxito” en términos de incorporar mejores prácticas ambientales al sector hortifrutícola y en lograr una articulación entre quienes investigan, generan tecnologías, los productores que las adoptan y el gobierno que diseña las políticas. Sin embargo, fue un “fracaso” en términos de comercialización diferenciada.

VISIÓN GENERAL DE INIA

- El marco jurídico general de INIA Uruguay ha sido, por sí mismo, una innovación institucional en el contexto de la I+D+i agropecuaria regional y hemisférica.

- La inversión original en la creación del INIA aparece positivamente justificada, con una relación beneficio/costo que se estima alrededor de 16:1.

- Bajo la hipótesis de que el INIA no hubiese sido creado en 1990 y, en cambio, el CIAAB se hubiese mantenido en términos relativos, con la misma asignación presupuestaria del MGAP de 1989, el VBP agropecuario acumulado en los últimos 20 años habría sido aproximadamente 11% inferior al efectivamente logrado.

- INIA se ha visto a sí mismo principalmente como un instituto de investigación agropecuaria y, al hacerlo, los otros dos mandatos -articulación de la transferencia de tecnología y gestión del conocimiento- han quedado institucionalmente más diluidos.

- En 20 años INIA ha acumulado una enorme cantidad de datos, información y conocimientos que ha difundido en la sociedad uruguaya pero, es posible especular que, mejor gestionados y sistematizados, podrían haber generado mayores impactos.

- INIA ha hecho contribuciones concretas e importantes al sector agropecuario del país, a través de resultados y de la generación de productos tecnológicos que, en muchos casos, han tenido impactos económicos, sociales, ambientales e institucionales.

- INIA ha tenido impactos económicos positivos en lechería, en sistemas de arroz-pasturas, en trigo y cebada, y en la intensificación de la invernada. No ha tenido, sin embargo, impactos relevantes en la ganadería extensiva de cría y ha sido muy poco influyente en los resultados de los sistemas agrícolas intensivos en el uso de la tierra y el capital.



- INIA ha tenido impactos positivos a nivel social, fundamentalmente, como consecuencia de mejoras en el desempeño económico asociado a algunos cambios tecnológicos en lechería, ganadería y algunos rubros hortícolas. Su alcance es limitado porque su búsqueda no ha sido deliberada. El hacerlo podría contribuir a orientar el proceso de I+D+i agropecuaria hacia fines de equidad e inclusión social. A estos efectos parece conveniente desarrollar y definir una estrategia de investigación en Ciencias Sociales.

- INIA ha tenido algunos impactos ambientales positivos en las rotaciones agrícola-ganaderas, tanto de secano como en arroz-pasturas, y en PI hortifrutícola. Algunos cambios tecnológicos en lechería han tenido impactos ambientales negativos, como la mayor carga animal y el mayor uso de agroquímicos, mientras que otros, como las rotaciones y la siembra directa, son percibidos como de impactos positivos para el ambiente. Sin embargo, el trabajo ambiental en INIA aún está en proceso de transformación en políticas institucionales concretas y transversales. INIA debe desarrollar investigación que se oriente a los intereses generales de la sociedad, por eso es importante el seguimiento y evaluación de aspectos ambientales que son de interés general y no de un sector productivo en particular, por lo que debe jugar un rol más activo en generar una agenda ambiental para el sector agropecuario.

- La articulación de la transferencia de tecnología constituye un dilema no resuelto en INIA, que aparece como una debilidad en el desempeño institucional que no contribuye a valorizar y fortalecer el esfuerzo que se realiza en la investigación. INIA debe asumir el desafío de articular la transferencia de tecnología que el Instituto genera a través diversas estrategias, alguna de las cuales aparece reflejada en la Política integrada de Comunicación, Transferencia de Tecnología y Vinculación Tecnológica institucional.

- Por su marco jurídico y por su capacidad técnica, INIA tiene un claro reconocimiento nacional e internacional.

- INIA ha tenido derrames de sus conocimientos a través de la difusión de información técnica, de la financiación de proyectos a terceros (FPTA), de otros varios mecanismos, pero fundamentalmente a través del apoyo a la diversa institucionalidad asociada a sus intervenciones técnicas.

- INIA tiene acumulado más de 20 años de conocimientos científico-tecnológicos en temas agropecuarios. Son muchos los datos, mucha la información y mucho el conocimiento que carece de organización, sistematización y, eventualmente, difusión, por lo que debería orientar esfuerzos al desarrollo de la gestión del conocimiento, estimulando la vinculación e integración de todos los repositorios y tipos de información institucional.

- INIA no ha desarrollado suficientemente una cultura de evaluación (sistematización de la información, metas individuales, de proyectos y programas, etc.) que faci-

te su evaluación tanto a nivel de productos-resultados como de impactos. Sería necesario que INIA incorpore tempranamente en el proceso de planificación de la investigación, acciones que permitan anticipar los impactos económicos, sociales y ambientales deseados.

- Desde el inicio, INIA ha promovido y desarrollado su capital humano en forma notoria. Sin embargo, actualmente, esta evaluación considera que INIA corre el riesgo de perder parte de los conocimientos acumulados institucionalmente por la forma cómo se están aplicando algunas de las políticas de recursos humanos, específicamente el retiro incentivado sin la previsión y planificación detallada de la formación de reemplazos.

- INIA es una institución muy diversificada, que si bien utiliza sistemas de planificación estratégica y priorización temática, no siempre se refleja en la práctica, en reasignación de prioridades técnicas institucionales. Por ello debería desarrollar una estrategia que priorice y focalice sus programas técnicos, considerando: a) las reales capacidades institucionales; b) lo que ya están haciendo otros; y c) basándose en una sólida política de alianzas y de cooperación interinstitucional. Esto le permitirá al Instituto, dimensionarse adecuadamente y maximizar su eficiencia.



La "Evaluación de los impactos económicos sociales, ambientales e institucionales de 20 años de inversión en investigación e innovación agropecuaria por parte de INIA" estuvo a cargo del equipo integrado por M. Pareja, J. Bervejillo, M. Bianco, A. Ruiz y A. Torres.

Los resultados de la misma fueron presentados el pasado 15 de diciembre. La versión completa del resumen ejecutivo de la consultoría se puede encontrar en la página de INIA www.inia.org.uy

PROCESO DE GESTIÓN ESTRATÉGICA DE LA INVESTIGACIÓN: Implementación del PEI 2011-2015



Gerencia Programático Operativa

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2010, el INIA estuvo abocado a la elaboración de su tercer Plan Estratégico Institucional (PEI) desde su creación, en esta oportunidad el Plan Estratégico Institucional 2011-2015. En diciembre de 2010 fue presentado oficialmente y, a partir de ese momento, la institución se concentró en la tarea de definir y priorizar las líneas de investigación a llevar adelante.

A los efectos de la implementación del nuevo Plan fue necesaria la creación de varios instrumentos nuevos de gestión de la investigación, que permitieran lograr los objetivos establecidos en el mismo y dotar a la institución de elementos de gestión más modernos.

El presente artículo refleja, en forma resumida, todo el proceso de modernización y actualización del sistema de gestión de la investigación de INIA, tanto desde la perspectiva estratégica como estructural, organizativa y operativa.

FINALIDAD DEL NUEVO SISTEMA DE GESTIÓN

La finalidad de contar con un nuevo sistema de gestión de proyectos ha estado basada en poder alcanzar los siguientes grandes objetivos:

- Dotar a la institución de una mayor flexibilidad que permita una mejor adaptación a los cambios internos y, especialmente, del entorno.
- Generar mayor eficiencia en el logro de diferentes tipos de resultados e impacto.
- Permitir una mejor y mayor coordinación transversal de la institución de forma de atender problemas cada vez más complejos, multidisciplinarios y multidimensionales.
- Permitir que el sistema de proyectos cuente con mayor flexibilidad para coordinar acciones con actores externos a INIA, dentro del sistema de innovación nacional.



¿COMO “ATERRIZAMOS” EL PEI AL NUEVO MODELO INSTITUCIONAL?

Tomando en consideración los objetivos expuestos, que están claramente marcados en el documento PEI 2011-15, se abordó la implantación del mismo en tres dimensiones:

LA DIMENSIÓN ESTRUCTURAL

El abordaje de la dimensión estructural consideró relevante continuar con el enfoque tradicional por cadena de valor, como se hacía hasta el momento, e incorporar un enfoque más amplio basado en sistemas de producción.

Al enfoque por cadena de valor se da respuesta desde los Programas de investigación tradicionales de INIA. Para contemplar el abordaje por sistema de producción se realizó un largo y exhaustivo análisis que incluyó reuniones y talleres internos, de los cuales surgió la creación de 7 sistemas de producción como foco de análisis para la investigación.

Los sistemas de producción definidos son los siguientes:

- Sistema Agrícola-Ganadero
- Sistema Arroz-Ganadería
- Sistema Ganadero Extensivo
- Sistema Vegetal Intensivo
- Sistema Lechero
- Sistema Forestal
- Sistema de Producción Familiar

Se crearon, además, 7 Comités de Sistemas, integrados por los Directores de Programas y Directores Regionales con mayor implicancia en los mismos, que serán quienes dirijan y monitoreen las investigaciones dentro de cada uno de los sistemas. Estos Comités de Sistemas constituyen un instrumento de gestión superior a los Programas, que a su vez generan una masa crítica multi-programática y multidisciplinaria que potencia y da sinergias para el enfoque de la investigación a realizar.

Por otra parte, ya el documento del PEI establecía la creación de instrumentos de gestión estableciéndose las líneas de financiamiento de proyectos. Estas líneas contemplan un conjunto de características que hace que los proyectos a ejecutar puedan ordenarse de acuerdo al alcance y temáticas a resolver.

Este nuevo modelo que contempla la asignación de recursos por línea, convocatorias periódicas de cada una de ellas, y proyectos de duración acotada en función del logro de sus productos, constituyen un mecanismo de flexibilización en la gestión de proyectos, que permite adaptarse a posibles cambios de contexto y mejora la gestión dinámica del cambio.

Las cuatro Líneas de Proyectos son las que se muestran en el Cuadro 1.

EL DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Una vez elaborado el documento PEI 2011-15, la primera pregunta que debíamos responder era ¿qué temas investigar en los próximos 5 años?...por lo tanto era necesario identificar las prioridades establecidas en el documento PEI.

Cuadro 1: Diferentes líneas de proyectos

	Nombre	Finalidad
Línea 1	Línea estratégica de proyectos de investigación prospectiva.	Solucionar problemáticas estratégicas nacionales con visión de largo plazo, que se relacionen con la investigación de vanguardia del país, alineados al PEI 2011.
Línea 2	Línea estratégica de proyectos de investigación tecnológica.	Solucionar problemáticas tecnológicas, donde se prioriza la asociación y articulación con la demanda, alineados al PEI 2011.
Línea 3	Línea de proyectos de tecnología aplicada.	Solucionar problemáticas coyunturales, no previstas en los planes de largo plazo.
Línea 4	Línea de proyectos exploratorios e innovadores	Atender problemas y oportunidades institucionales relacionadas con la investigación en temas altamente creativos o innovadores, con un fuerte énfasis en actualización científica.

De la revisión de los Objetivos Estratégicos 1 y 3 se extrajeron 11 grandes temas de investigación:

- 1 - Crecimiento sostenido de la productividad.
- 2 - Productos y procesos innovadores.
- 3 - Uso, conservación y valorización de los recursos naturales, recursos genéticos y biodiversidad.
- 4 - Impacto ambiental de los sistemas de producción.
- 5 - Adaptación y mitigación del Cambio Climático.
- 6 - Gestión y uso de recursos hídricos en los sistemas de producción.
- 7 - Alternativas agro-bioenergéticas.
- 8 - Soluciones tecnológicas que incorporen valor a través de la utilización de TICs y tecnologías emergentes.
- 9 - Incorporación de diferentes atributos de calidad a productos procesados y materias primas con agregado de valor.
- 10 - Diferenciación de productos en base a la trazabilidad y certificación de procesos.
- 11 - Control integrado de malezas, plagas y enfermedades.

Con estos insumos: sistemas y grandes temas, comenzó a construirse la Agenda de Investigación de INIA. La misma está formada por una matriz bidimensional que muestra en las columnas los 7 sistemas de producción y dentro de ellos las cadenas de valor que los componen, y en las filas los 11 grandes temas de investigación.

El contenido central de la matriz, son los “problemas/oportunidades” de investigación identificados en distintos talleres realizados durante el primer semestre de 2011. El proceso de elaboración de contenido de dicha matriz incluyó diversas instancias de consulta con: MGAP, internos (técnicos INIA), externos (mandantes y otros actores privados).

El proceso de construcción de la matriz abarcó un periodo de 6 meses y fue aprobada por INIA a fines de mayo de 2011.

La matriz constituye una herramienta que permitirá desarrollar los proyectos que apunten a solucionar las problemáticas contenidas en la misma, permitiendo enfocarse a atender los problemas detectados, ya sea con financiamiento propio, externo, del FPTA o INNOVAGRO.

¿Cómo se priorizaron los grandes temas?

Una vez definidos los sistemas de producción y los Comités de Sistemas, éstos realizaron un proceso de

priorización. Ello implicó definir para cada uno de los 7 sistemas de producción, la identificación en tres estratos diferentes y grado de prioridad de cada uno de los grandes temas.

Para la priorización de los grandes temas (GT) por sistema, se utilizaron 4 criterios:

- 1 - Contribución del GT a las demandas PÚBLICAS (alineamiento con las políticas públicas, asociado o requerido para la toma de decisiones).
- 2 - Contribución del GT a las demandas PRIVADAS (expresadas en los talleres con externos, CAR, grupos de trabajo y otras reuniones).
- 3 - Capacidad institucional de INIA para hacer frente al abordaje del gran tema.
4. Probabilidad de INIA de contribuir para impactar en el gran tema.

Como producto de este proceso, cada sistema de producción cuenta hoy con los grandes temas priorizados en tres categorías, que permitirán decidir que temáticas se abordarán, en función de la disponibilidad de recursos financieros y de las prioridades que se establezcan.

¿Cómo se priorizaron los problemas/oportunidades dentro de los grandes temas?

La matriz bidimensional fue completada con todos aquellos problemas/oportunidades (P/O) identificados para cada sistema de producción y que correspondía a alguno de los grandes temas.



Cada uno de los P/O permitirá a INIA ejecutar al menos un proyecto para solucionarlo. En los casos donde existe más de un P/O fue necesario priorizarlo, estableciéndose para ello algunos criterios:

1 - Opinión de los externos relevadas en las reuniones.

2 - Brecha entre el problema identificado y el estado del arte a nivel nacional. (Casos con mayor diferencia en la brecha, menos relevante sería el tema).

3 - Impacto de la solución del problema: opinión del Comité de Sistema relacionado con el impacto que ocasionaría la solución del problema propuesto.

Como resultado de todo este proceso, hoy INIA cuenta con una matriz compuesta de 7 sistemas de producción (columnas) vs. 11 grandes temas de investigación (filas), con las demandas de investigación priorizadas.

La matriz diseñada, y fundamentalmente su contenido, estará sujeta a revisiones periódicas por parte de los Comités de Sistemas, que podrán modificar y o actualizar su contenido, de acuerdo a los cambios de contexto o al cambio de prioridades que surjan en los próximos años, de manera de poder responder en forma dinámica a la problemática de cada sector.

NUEVOS ELEMENTOS INCORPORADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando los instrumentos descritos, y otros procesos adoptados dentro del sistema de Planificación, Seguimiento y Evaluación, fue desarrollado un nuevo sistema de gestión de la investigación que desde el inicio del proceso (planificación) hasta su evaluación final, cuenta con los siguientes elementos:

1 - Se cuenta con un sistema de evaluación por calidad de proyectos.

2 - Sistema de seguimiento y evaluación por resultados.

3 - Flexibilidad de gestión por parte del equipo del proyecto.

4 - Seguimiento y evaluación del impacto en los beneficiarios.

Para contar con dichos elementos se desarrolló el sistema con las siguientes características: a) una planificación y presupuestación global del proyecto; b) gestión por la metodología de marco lógico con énfasis en indicadores de resultados; c) seguimiento basado en los resultados intermedios y finales del proyecto; d) elaboración de un catálogo de productos que estandariza los indicadores de seguimiento y evaluación.

Las metodologías adoptadas constituyen un cambio drástico del sistema de gestión de la investigación que se espera redunden en una mejora de todos los procesos de investigación y en la calidad de productos de la misma.

PRODUCTOS OBTENIDOS A FINES DEL 2011

A partir del mes de setiembre de 2011 se realizaron las convocatorias a presentación de propuestas de las Líneas 1 y 2. A partir de ese momento se comenzó con la formulación de proyectos, tomando en cuenta las prioridades contenidas en los grandes temas y para cada sistema.

El cierre de las convocatorias concluyó el pasado 2 de diciembre, donde se presentaron aproximadamente 70 proyectos, de los cuales 20 corresponden a la Línea 1 y los 50 restantes a las Línea 2.

Este es el primer proceso realizado con los nuevos instrumentos y metodologías generadas para la implantación del PEI 2011-15.



GANADERIA DE PRECISIÓN: LOS AVANCES EXPERIMENTALES DE LA UEDY-CONVENIO INIA/SRRN



Ing. Agr. Donald Chalking ¹,
Ing. Agr. Alejandro La Manna ²,
Ing. Agr. Gustavo Brito ²,
Ing. Agr. María Paz Tieri ²,
Ing. Agr. Fabio Montossi ²

¹ Convenio INIA-SRRN

² INIA

INTRODUCCIÓN

Los cambios experimentados en la producción agropecuaria nacional han determinado que los sistemas de producción tuvieran que evolucionar rápidamente para mejorar su competitividad. La expansión de la agricultura y la forestación, ocupando áreas tradicionalmente ganaderas, si bien son buenas noticias para el país, han significado un cambio importante para el sector ganadero. Ante esto, las posibilidades son ver una amenaza a la viabilidad del sector, o encontrar una oportunidad de crecimiento y adecuación de estrategias para capitalizar esos cambios.

En este escenario, la ganadería del futuro debería ser “una ganadería de precisión”, al igual que la agricultura de hoy. Esta forma de encarar la producción ganadera implica conocer y cuantificar claramente las variables que afectan la productividad e ingreso de los diferentes procesos que ocurren dentro de los sistemas de producción, y evaluar sus interacciones; además de generar productos que estén acorde a los requerimientos de los diferentes mercados de destino.

LA INSERCIÓN DE LA INVERNADA INTENSIVA EN LA REGIÓN AGRÍCOLA: LA ORIENTACIÓN Y EXPERIENCIA DE LA UEDY

En la Unidad Experimental y Demostrativa de Young (UEDY), en el marco del Convenio INIA-SRRN, se maneja un sistema agrícola-ganadero que no es ajeno a los cambios que ocurrieron en el entorno regional.

En los últimos tiempos, los equipos técnicos de INIA y la Sociedad Rural de Río Negro (SRRN), en contacto y consulta con los productores y técnicos de la región, desarrollaron una propuesta tecnológica que fue acompañada de acciones en el terreno adaptándola a la nueva realidad productiva que se vaticinaba para los sistemas agrícola-ganaderos. Si bien se trata de un predio demostrativo y experimental, en él se desarrollan estrategias de agronegocios que simulan decisiones empresariales.

Es así que se mantienen ensayos en determinadas áreas en agricultura e invernada, pero con un sistema productivo que debe enfrentar los desafíos de un predio comercial, y obtener resultados económicos competitivos.

El incremento del costo de oportunidad de la tierra, por su propio valor o por los actuales valores de arrendamiento, llevó a la necesidad de tomar una estrategia competitiva de aumento de la productividad, sin descuidar los costos de producción y los riesgos que ello implica. Como la UEDY cuenta con un predio de 140 hectáreas (ha), subdividido en numerosos potreros, se optó por focalizarse en la invernada intensiva con relación a la agricultura de secano, por la facilidad operativa y por la poca disponibilidad de maquinaria, así como por la definición estratégica tomada por todos los actores involucrados en el manejo y orientación de este predio.

El planteo de la invernada intensiva se complementa con la agricultura, donde la rotación de cultivos y pasturas, y la inclusión del sorgo como cultivo de verano, son destinadas a la producción de reservas para la alimentación animal. Esta rotación en el uso del suelo procura mantener un sistema sustentable en el tiempo, con un manejo responsable del recurso suelo, además de realizarse buenas prácticas agrícolas para un uso eficiente de los agroquímicos y fertilizantes.

Con el marco conceptual desarrollado previamente, las acciones de los últimos tres años han estado orientadas a:

- El conocimiento de los indicadores productivos y económicos, en sistemas controlados a escala comercial como el sistema agrícola-ganadero intensivo de la UEDY, lo cual constituye una buena base para la aplicación de diferentes tecnologías, y su análisis en el negocio agropecuario.
- La inclusión del engorde a corral en el proceso de invernada, tanto en la recría como en la terminación, habiéndose integrado al sistema bajo la lógica de ser una herramienta de aumento de carga, de soporte a la estabilidad del sistema y de mejora de la valorización del producto generado.
- Evaluación del efecto del manejo alimenticio post destete sobre la productividad posterior, en la terminación.
- La incorporación de la nutrición especializada en los procesos de recría y terminación, materializada en el estudio de la concentración y tipo de proteína en la dieta de los animales.
- Evaluar el efecto de la provisión de sombra sobre la performance de novillos en terminación a corral.
- Incorporar en la línea de investigación de invernada intensiva aspectos asociados a la recría previa aplicada hasta el destete, donde se incluyó la raza Aberdeen Angus de diferentes orígenes y ambientes.
- Estudios de la influencia de los factores mencionados previamente sobre el rendimiento y calidad de la canal, y de la carne, incluyendo aspectos nutricionales (com-

posición lipídica) y de aceptabilidad de la carne por parte de los consumidores.

- Evaluación del impacto económico de las tecnologías aplicadas tanto desde el punto de vista parcial como de su influencia en el sistema productivo.

Ante el avance de la agricultura en la región y procurando mantener y/o aumentar la competitividad de la invernada, en la UEDY hace cinco años se visualizó la necesidad de intensificar el proceso de producción y generar productos de mayor calidad, para lograr una adecuada productividad por hectárea, y de mayor estabilidad.

Hasta el 2005, la agricultura representaba el 20% del área de la UEDY y en los últimos años ha pasado a ocupar un 50% de la superficie, pero se incrementó el uso de pasturas de alta productividad y calidad y el empleo de cultivos destinados al uso forrajero, utilizando al sorgo como reserva forrajera fundamental.

Para mantener el objetivo de lograr una elevada y estable producción de carne, se consideró que la suplementación invernal sobre pasturas no era suficiente para maximizar la producción, ya sea por factores climáticos, en algunos años en los que no se lograban terminar adecuadamente los animales, o porque se retrasaba su salida o el ingreso de la reposición. Entonces, para lograr una mayor productividad y estabilidad en el sistema y valorización de la producción, se implementó la terminación a corral.



Cuadro 1 - Evolución de los principales indicadores en las etapas “con y sin corral”.

	Sin Corral (98-05)	Con Corral (05-11)	Variación
Peso Medio de la Existencia (kg/Nov)	338	377	
Ganancia de Peso (kg/Nov/día)	0,592	0,668	13%
Duración de la Invernada (Meses)	13,0	9,5	
Efic. de Conversión (kg MS/kg carne)	19	17	
Carga Animal (UG 380/ ha)	1,6	2,6	63%
Carga Animal (Nov/ha)	1,4	2,6	
Producción (kg carne/ha)	408	610	50%
Costo U\$S/kg MS Utilizable	0,017	0,035	
Costo U\$S/kg carne Producido	0,38	0,67	76%
Margen Comercial C/V (U\$S/kg carne Prod)	0,65	1,63	151%
Margen Bruto (U\$S/ha)	110	586	432%
Relación Costo/Beneficio	0,58	0,41	-30%

Se optó por esta terminación en el período de invierno, lo que permitió liberar pasturas de buena calidad para el desarrollo inicial de la reposición. Este planteo contempla lo citado por la bibliografía, de que las condiciones nutricionales en el primer año de vida del animal son importantes para potenciar su crecimiento, principalmente el tejido muscular, y la eficiencia de conversión de los alimentos en etapas posteriores. Eso determina que cuanto mejor sea el desarrollo inicial del animal se logrará un mejor novillo a la terminación, más eficiente en su conversión de alimento a carne, mayor peso final y un mejor rendimiento carnicero.

Al implementarse esta estrategia de intensificación se ha apreciado una mejora del resultado económico global del sistema y se ha logrado una mayor producción de carne y con menores rangos de variación (Figura 1 y Cuadro 1).

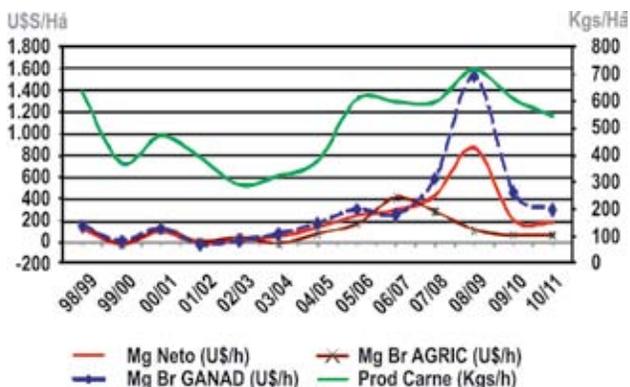


Figura 1 - Evolución del resultado económico por rubro y de la producción de carne.

En el Cuadro 1 se aprecia que la estrategia de incorporación de la terminación a corral ha permitido incrementar significativamente los ingresos por hectárea, al mejorarse la productividad y mantenerse una adecuada relación costo/beneficio.

Esta mejora de la productividad se ha basado en:

- Incremento de la oferta de alimento y el disponer de una dieta mejor balanceada (con el aumento de suplementación) para una invernada más eficiente.
- Aumento de carga animal por hectárea, sobre todo en invierno (para aprovechar la producción excedente de forraje en primavera-verano).
- Mejora de la ganancia diaria de peso por animal, al mejorarse el balance nutricional de la dieta.
- Mejora en la eficiencia de conversión (de alimento a carne).
- Valorización del producto por captura de mejores precios relativos y mejores rendimientos de los animales terminados.

Desde el punto de vista del análisis económico, si bien se ha registrado un incremento de costos, la eficiencia productiva y las relaciones de precios han permitido mejorar la relación costo/beneficio y con ello un mejor resultado económico. De todos modos, si bien se aprecia una correlación positiva entre el margen económico y la productividad, debe tenerse presente que los sistemas de alta productividad son más sensibles a las variaciones de las relaciones de precios entre la compra y venta del ganado.

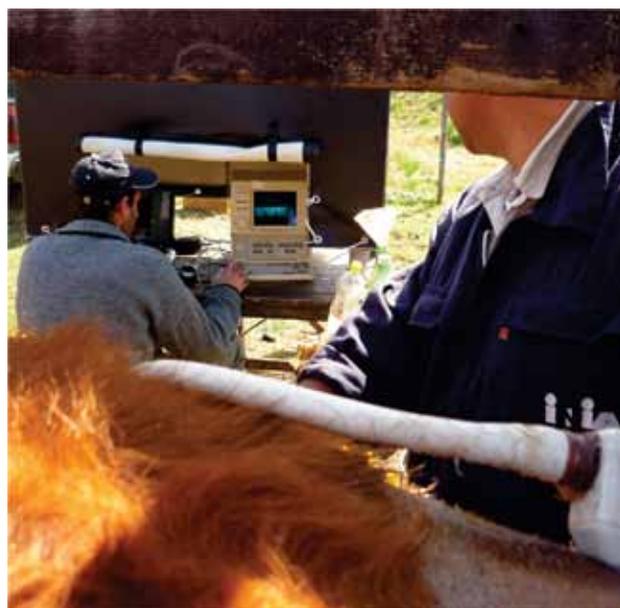
Más allá de las diferencias que se encuentran entre predios comerciales y experimentales, estos resultados

de la UEDY ponen de manifiesto que es posible lograr elevados niveles de productividad (de 400 a 600 kg de carne/ha), y que considerando los ingresos generados (más de U\$S 500/ha) se puede competir con los sistemas agrícolas. Además, de acuerdo a los diez años de registros de la UEDY, se genera una mayor estabilidad productiva y económica con la producción de carne que con los ingresos que generan los sistemas agrícolas.

LAS ACCIONES EXPERIMENTALES DE LA UEDY: RESULTADOS PRELIMINARES DEL ENSAYO DE LARGO PLAZO CON LA RAZA ABERDEEN ANGUS

Dentro del planteo del sistema de la UEDY se realizan diferentes ensayos, dentro de los cuales se destacan las acciones conjuntas realizadas en los últimos tres años con la Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus. Los ensayos parciales que implican realizar estudios en una etapa determinada en la vida del animal tienen la ventaja de brindar información concreta sobre lo que sucede en esa etapa de su desarrollo, pero el proceso de producción de carne tiene la particularidad de involucrar además las interacciones entre factores que se van combinando a lo largo de la vida del animal, los cuales pueden tener efectos acumulativos y traducirse en diferencias en una etapa posterior del desarrollo, e incluso en el tipo de res a obtener para la industria.

Si bien el trabajar con combinaciones de estrategias de producción es un proceso complejo, brinda la posibilidad de ver de forma dinámica los efectos acumulados y finales sobre el animal. Ello brinda un mejor conocimiento del desarrollo integral del animal y permite caracterizar las diferencias entre tipos de negocios y comparar su resultado económico.



El objetivo fue evaluar el impacto bio-económico de la combinación de diferentes estrategias de alimentación y manejo durante la recría y terminación, sobre el crecimiento y calidad del producto final de novillos Aberdeen Angus en sistemas intensivos de invernada. Estos trabajos se llevaron a cabo entre el invierno del año 2009 y el otoño del año 2011, utilizando 138 novillos aportados por diferentes productores de la Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus. En el Cuadro 2, se presenta el detalle descriptivo de los tratamientos aplicados.

Cuadro 2 - Detalle de los tratamientos aplicados en los distintos períodos.

Ganancia de Peso (GPV) Tratamientos	Período 1 Primavera (Oct-15/Nov/09)	Período 2 Primavera (15/Nov-Dic/09)	Período 3 Verano (Ene-Marzo/10)	Período 4 Ot-Inv-Prim (Abr-Nov/10)	Período 5 Ver-Otoño (Dic/10-Abr/11)
Alta GPV Tratamiento AA	Pastura+Grano +SPE Sg + Fardo Sin Restricción GPV: 0,8-1,0kg/día	Pastura	Pastura+Grano Sin Restricción GPV: 0,8 kg/día	Pastura	Corral
Alta GPV Tratamiento AB			Pastura Con Restricción GPV: 0,2 kg/día		Corral
Baja GPV Tratamiento BA	Pastura Con Restricción GPV: 0,2 kg/día	Pastura	Pastura+Grano Sin Restricción GPV: 0,8 kg/día		Corral
Baja GPV Tratamiento BB			Pastura Con Restricción GPV: 0,2 kg/día		Corral

GPV: Ganancia de peso vivo A: Alta B: Baja SPE Sg: silo de planta entera de sorgo

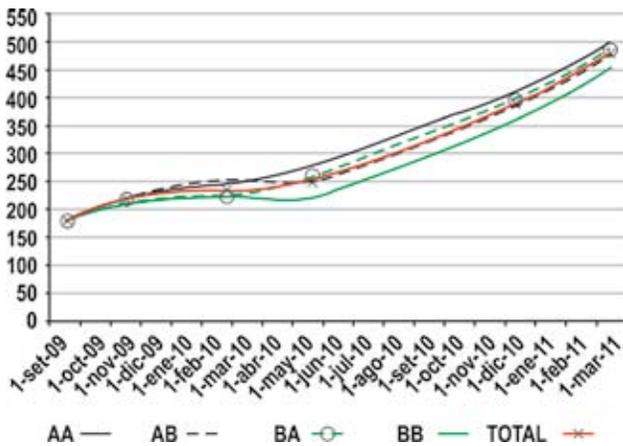


Figura 2 - Evolución del peso vivo por tratamiento (kg/animal) durante Septiembre 2009 – Marzo 2011.

El manejo aplicado en los distintos períodos fue:

Período 0: Período de acostumbramiento (por ser lotes de diferentes orígenes), al tipo de alimentación y al manejo,

Período 1: Se lotearon al azar de acuerdo al peso vivo y origen, quedando dos grupos de 69 novillos de 177 ± 33 kg cada uno.

A uno de los grupos se le asignó una mayor oferta de alimento y de mejor calidad, procurando una alta ganancia de peso vivo (Lote de ALTA), y al otro lote se le asignó una pastura de menor calidad en forma restringida y se le suplementó con fardos, con el objetivo de que tuvieran una baja ganancia de peso (Lote de BAJA);

Período 2: Se volvieron a juntar los animales, con el objetivo de nivelar el desarrollo y permitir la expresión del crecimiento compensatorio;

Cuadro 3 - Impacto de los diferentes tratamientos en la evolución del peso vivo.

Peso Vivo	Peso Inicial Set/09	Peso Final Marzo/11	Diferencia en PV Final
AA	176	497	+9%
AB	177	479	+5%
BA	178	488	+7%
BB	175	456	0%
Promedio General (kg)	177	480	

Período 3: Se re-lotearon los animales considerando los tratamientos anteriores, para generar las cuatro combinaciones esperadas (Cuadro 2). Para esto los animales fueron asignados al azar, contemplando la distribución de peso vivo y orígenes;

Período 4: Se volvieron a juntar los animales, asignándose pasturas de buena calidad (praderas y verdesos), con suplementación invernal (facilitando la expresión de crecimiento compensatorio). Además se comenzó a campo el acostumbramiento a la dieta de corral, y

Período 5: La terminación a corral se realizó utilizando una oferta de alimento en base seca del 2,6% del peso vivo, con un 40% de ensilaje de sorgo granífero y un 60% de ración comercial de corral.

Los resultados de la aplicación de los tratamientos se pueden observar en la Figura 2 y Cuadro 3.



Cuadro 4 - Análisis económico de los tratamientos.

	Producción Período (kg/ Nov.)	Ef. Conversión (kg MS/kg Carne)	Costo Alimentación (U\$/kg)	Peso Medio kg 2ª Balanza	Precio U\$/kg 2ª Balanza	Margen (U\$/ Nov)	Margen 100 =Base
AA	324	17,00	1,55	258	4,20	336	113
AB	314	17,50	1,53	249	4,19	314	106
BA	322	16,73	1,53	248	4,22	335	113
BB	291	17,83	1,60	245	4,18	296	100

Las diferencias en el PV final entre tratamientos extremos (AA vs. BB) fueron del 9%, con valores intermedios para los tratamientos AB (5%) y BA (7%), Cuadro 3. Estos resultados deben considerarse en el contexto de la crianza que recibieron algunos de los animales desde la concepción hasta el destete, que podrían estar condicionando su potencial productivo en los procesos de recría y engorde como lo muestra la bibliografía internacional.

Este tema es motivo de estudio para el INIA, tanto en aspectos de reproducción como de crecimiento. Los animales, para evitar la influencia de estos efectos previos, por diseño del ensayo, fueron asignados al azar proporcionalmente a cada tratamiento. En general, se aprecia una menor variabilidad para todos los parámetros de crecimiento en los animales que tuvieron una mejor asignación de alimentos en la etapa inicial. Además los novillos del tratamiento AA fueron de mayor tamaño que los de BB, pero al terminarlos todos juntos los de AA presentaron un menor engrasamiento que los de BB.

En el Cuadro 4, se presentan coeficientes productivos y resultados económicos según tratamiento aplicado.

Si bien puede haber parámetros técnicos que no muestren diferencias importantes entre los tratamientos, la sumatoria de la eficiencia de conversión, con las diferencias en kilos por novillo en 2ª balanza y las diferencias de precios por kilo, llevan a que el resultado económico entre tratamientos marque una diferencia de un 13% entre tratamientos más contrastantes (AA vs. BB). En el caso del tratamiento BA, se considera que se ha registrado un crecimiento compensatorio que permitió compensar el desarrollo del animal y obtener resultados similares al tratamiento de AA.

CONSIDERACIONES FINALES

Se destaca el logro de haber involucrado a diferentes organizaciones en el diseño de este enfoque novedoso y desafiante de investigación, con una fuerte participa-

ción de representantes de la Sociedad de Criadores de Aberdeen Angus, invernadores, y en general de la industria y de la investigación.

Se dispone a nivel de la UEDY de un cúmulo de información experimental a escala comercial, que permite demostrar la conveniencia productiva y económica y la reducción del riesgo por incrementar la productividad del componente ganadero de los sistemas agrícola-ganaderos.

La información experimental demuestra que la productividad individual y del sistema de invernada están afectados por los niveles de crecimiento que se logran en las distintas etapas del proceso de invernada (recría y terminación), donde altos niveles de alimentación en la recría repercuten positivamente en el crecimiento en la fase final de la terminación. En el caso que durante la recría exista una restricción del punto de vista nutricional, una alimentación superior durante la terminación puede recuperar dentro de cierto grado el crecimiento perdido en las primeras etapas del proceso de la invernada. Los sistemas de alimentación más restringidos en los procesos de recría (BB) resultaron en peores eficiencias de conversión y costos más altos de producción por unidad de producto, que redundaron en disminuciones importantes en el margen bruto obtenido por novillo.

La estrategia de incorporar y darle contenido tecnológico al concepto de Ganadería de Precisión es parte de fortalecer la mejora de la competitividad de la invernada intensiva en el Uruguay.

AGRADECIMIENTOS

En especial a la SCAA por la buena disposición y por aceptar el desafío de trabajar juntos por más de una generación de terneros, destacándose a las cabañas que aportaron los terneros en este primer año: El Curupí del Salvador, El Yunque, La Ganadera, Sierra de los Olivos, Rancho Luna y Gustavo Berriel.

Al Matadero Solís Meat por su colaboración en la coordinación y toma de registros en planta frigorífica.

EN TIEMPOS DE AGRICULTURA: ¿HACIA DÓNDE VAMOS EN LA INVERNADA INTENSIVA?



Fabio Montossi¹, Enrique Fernández², Juan Manuel Soares de Lima¹, Georgget Banchemo¹, Maria Paz Tieri¹, Alejandro La Manna³ y Juan Mieres³

¹ Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Director Regional INIA La Estanzuela

³ Programa Nacional de Producción de Leche

INTRODUCCIÓN

Después de 20 años de crecimiento de la ganadería del Uruguay están dadas las condiciones presentes y futuras para un nuevo salto productivo y competitivo para toda la cadena cárnica.

En este sentido, existen una serie de desafíos y oportunidades para la ganadería de engorde intensiva. El contexto de producción de la invernada en las regiones agrícola-ganaderas ha estado marcada por un avance sustancial de la agricultura, y en menor grado de la forestación, generando importantes cambios en la estructura productiva y comercial regional (incrementos en el valor de la tierra, inversiones, alianzas estratégicas entre diferentes actores apuntando a la escala del negocio). Esta realidad ha presionado a la ganadería de carne, generando mayores demandas para el aumento de la productividad y eficiencia productiva, en un marco del uso sostenible de los recursos naturales.

En este contexto, el modelo conceptual de INIA de incremento de la productividad y competitividad del engorde bovino en sistemas agrícola-ganaderos intensivos, se

desarrolla al acuñar el concepto de Ganadería de Precisión (Figura 1). En la profundización de este enfoque se destaca que la producción de alimentos está orientada a consumidores cada vez más exigentes en cuanto a la responsabilidad (económica, social y ambiental) en la generación del alimento carne.

Atendiendo este aspecto, las acciones de investigación han estado centradas en el incremento de la productividad y otras acciones específicas asociadas a la diferenciación y agregado de valor del producto considerando, entre otros:

- La nutrición fina y sus efectos de largo plazo.
- Estudios de la influencia de los factores de producción sobre aspectos del rendimiento y calidad de la canal y de la carne.
- La caracterización de su valor nutricional (ácidos grasos, vitaminas, minerales, etc.).
- La evaluación de la producción de gases de efecto invernadero asociados a la manipulación integral de



Figura 1 - Modelo conceptual de investigación, desarrollo e innovación de INIA para la ganadería de precisión aplicado a la invernada.

la dieta, manejo, genética, etc., para la generación de coeficientes y herramientas que reduzcan las emisiones (principalmente de metano) por kilo de carne producido.

- Impacto ambiental de la intensificación productiva (efluentes de corrales, balances de nutrientes, particularmente P y N, compactación por pisoteo a altas cargas).
- La sanidad y el bienestar animal son elementos clave cuando se intensifican los sistemas productivos y se aumenta el grado potencial de vulnerabilidad.
- El diseño de sistemas de producción especializados, donde se combinan eficientemente la genética animal, el sistema de producción y el mercado.
- Evaluación del impacto económico de las tecnologías aplicadas.

Con una visión integral, todas estas áreas temáticas que hacen al desarrollo de la ganadería de precisión, deben interactuar con aspectos de: gestión empresarial, sostenibilidad, certificación de productos y procesos, en el desarrollo de un modelo de agronegocio competitivo.

Parte de la información lograda en estas áreas temáticas son desarrolladas en el presente artículo y otras lo han sido en otras instancias (ver www.inia.org.uy).

Dentro de este abordaje integral de la producción de carne en el país, destacamos algunos resultados de líneas de trabajo desarrolladas por INIA, considerando el efecto de la nutrición en el largo plazo, temas del impacto ambiental y uso eficiente de la mano de obra.

INSERCIÓN DE ALIMENTACIÓN CON CORRALES DE ENCIERRE EN SISTEMAS DE INVERNADA

El objetivo del trabajo fue evaluar del punto de vista productivo y económico, la inclusión de encierres de recría y terminación en un sistema de invernada intensiva del litoral sur del país, utilizando los resultados físicos obtenidos en un experimento realizado en INIA La Estanzuela.

En el mismo se analizó el efecto de dos manejos nutricionales contrastantes (corral vs. pastoreo) en el primer invierno inmediato al destete de los terneros y en la etapa final de terminación, de tal forma que se generaron cuatro combinaciones de engorde a corral y pastura (Corral-Corral; Corral-Pastoreo; Pastoreo-Corral; Pastoreo-Pastoreo). De esta forma se buscó evaluar el impacto de niveles nutricionales contrastantes durante la recría sobre el desempeño de los animales en la terminación. A su vez, dentro de cada alternativa de recría (corral y pastoreo) fueron planteados dos niveles de ganancia de peso, por lo tanto fueron establecidos cuatro tratamientos: dos niveles de ganancia de peso con alimentación a corral (CA: corral alto desempeño y CB: corral bajo desempeño) y dos niveles en condiciones de pastoreo (PA: pastoreo alto desempeño y PB: pastoreo bajo desempeño).

A los tratamientos distintos CA, CB, PA y PB se asignaron un total de 240 terneros Hereford. Las ganancias programadas para cada uno de los tratamientos durante el primer invierno, en kg/día, fueron: 1,0 (CA), 0,7 (CB), 0,6 (PA) y 0,3 (PB). Posteriormente, los animales provenientes de cada uno de los cuatro tratamientos se agruparon en un único lote pastoreando praderas per-



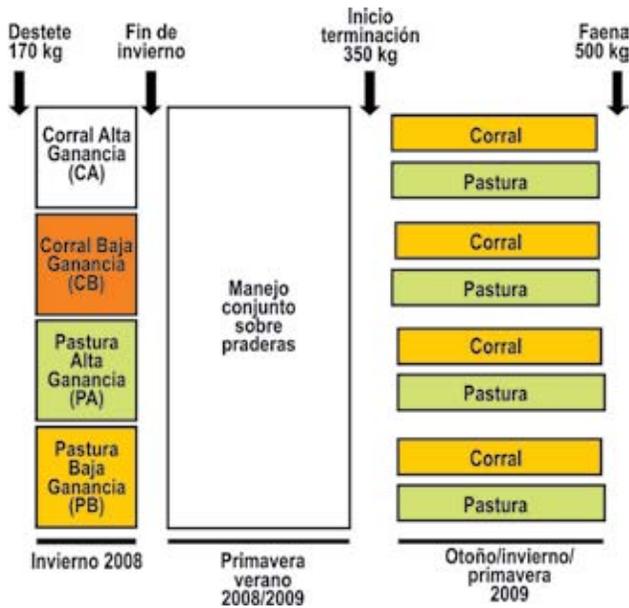


Figura 2 - Descripción de los tratamientos bajo estudio

manentes (mezcla de leguminosas y gramíneas) con una asignación de forraje diaria de entre el 4 y 5% del peso vivo, en pastoreo con franjas diarias. La terminación de los animales (últimos 90 – 180 días) fue realizada en pasturas de alta calidad o en confinamiento. Para ello, la mitad de los animales de los 4 grupos de recría (CA, CB, PA y PB) se sortearon para su terminación en uno de los 2 sistemas. De esta forma, se generaron ocho tratamientos, cuatro manejos durante la recría (CA, CB, PA y PB) y dos tipos de terminación (Pastura o Corral), tal como se describe en la Figura 2.

Se realizó un análisis económico en base a la generación de un sistema de producción (SP) para cada una de las 8 alternativas descritas. De esta forma, se toman los indicadores físicos obtenidos en el ensayo y se extrapolan a una situación de producción comercial.

Si bien las producciones obtenidas en los sistemas de doble encierre son las más altas, no ocurre lo mismo con el margen bruto logrado, en parte porque existe un importante excedente de forraje en estos dos sistemas durante los meses de otoño e invierno, donde la carga de animales sobre pasturas es mínima.

Cuadro 1 - Producción y resultado económico incluyendo compra de animales volantes para consumo de excedentes de forraje de otoño, invierno y primavera.

	CAC	CBC	CAP	CBP	PAC	PBC	PAP	PBP
Producción Peso Vivo Total (kg/ha)	728	716	486	485	691	684	478	488
Margen Bruto (US\$/ha)	416	462	276	313	611	530	490	496

CAC: corral alta-corral. CBC: corral baja-corral. CAP: corral alta-pastura. CBP: corral baja-pastura. PAC: pastura alta-corral. PBC: pastura baja-corral. PAP: pastura alta-pastura. PBP: pastura baja-pastura.

Por esta razón, se planteó incluir la compra de novillos de sobreaño en otoño (en todos los sistemas) para consumir los excedentes de forraje en función de la disponibilidad de pastura y con ventas que se escalonan en virtud del forraje disponible en invierno y primavera. Los resultados en productividad y margen bruto en este nuevo escenario se presentan en el Cuadro 1.

En la Figura 3 se presenta el rango de resultados de margen bruto obtenido, resultante de la variación simultánea de alguna de las principales variables relacionadas al resultado económico (relación de precios flaco/gordo, precio del novillo, precio de la ración y precio del fertilizante).

Los resultados finales indican, a grandes rasgos, que la opción de incluir un corral de recría no es rentable bajo los supuestos considerados. Estos resultados están explicados por dos razones: a) económica; el elevado precio de las raciones de recría (400 y 300 US\$/t) lo que hace muy difícil su justificación y b) biológica; los resultados indican que la ganancia extra en el corral de recría se diluye en gran medida en la etapa conjunta de los animales en pasturas (primavera y verano). Aunque igualmente existe un efecto favorable que determina que los animales que realizan altas ganancias en el corral de recría, sean más eficientes en el corral de terminación, la diferencia no es suficiente para revertir el efecto de crecimiento compensatorio que realizan los otros animales criados con mucho menor costo.

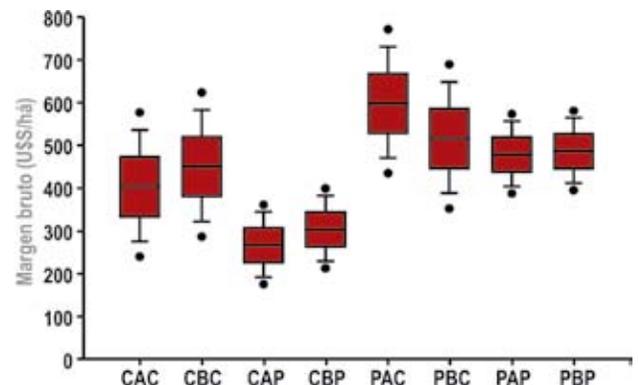


Figura 3 - Rango de variabilidad del margen bruto obtenido mediante variación simultánea de diferentes factores.

La información generada en este trabajo permite destacar:

- Independientemente del sistema planteado, los resultados muestran altos niveles de productividad (478 – 728 kg PV/ha) y valores de margen bruto (276 – 611 U\$S/ha).
- Más allá del sistema de productividad logrado, los sistemas de recría pastoril generan un mayor ingreso económico, independientemente del sistema de terminación utilizado.
- Dentro de los sistemas de recría en pastoreo, aquellos que incluyen la terminación a corral generan una mayor productividad e ingreso.
- Considerando una situación de terminación a corral y recría en pasturas, aquellos animales que realizan mayores ganancias en el proceso de recría logran una mayor ganancia y una mejor eficiencia de conversión en la etapa a corral, lo cual se manifiesta en un mejor resultado económico.

Simulaciones realizadas variando precios de los principales insumos y productos, demuestran que el abanico de resultados obtenidos siempre es positivo. El análisis bioeconómico realizado pone de manifiesto la importancia de hacer foco en un sistema más allá de los resultados obtenidos en algún componente del mismo, lo cual puede llevar a conclusiones sesgadas del impacto productivo y económico de la aplicación de un paquete de tecnologías.

BALANCE DE NUTRIENTES EN PREDIOS GANADEROS

Una herramienta que se utiliza como indicador de manejo de nutrientes (sustentabilidad) es el balance de nutrientes, el cual sirve para cuantificar (presupuestar) nutrientes, estimando su manejo apropiado, su eficiencia de utilización y el impacto potencial de los sistemas productivos en el medio ambiente. En la Unión Europea es obligatorio su cálculo anual, en tanto en los Estados Unidos también es realizado en diferentes Estados.

Los balances de nutrientes son buenos indicadores del impacto de la producción ganadera en el flujo de nutrientes, tanto a nivel predial como de cuenca hidrográfica, pudiendo relacionarse con el potencial de contaminación para un área determinada. Al permitir conocer, a través de su implementación, el potencial de riesgo ambiental de los sistemas productivos resultan una herramienta importante para lograr una mejor ecuación productiva, económica y ambiental de los mismos. Desde INIA se realizó un trabajo evaluando los balances de nitrógeno (N) y fósforo (P) y sus eficiencias de aprovechamiento a través de tres indicadores, a escala predial, en 36 predios ganaderos y agrícola-ganaderos integrantes del GIPROCAR II - Grupo InterCREA de



Producción de Carne. El cálculo de balances se realizó por diferencia entre ingresos y egresos para N y P, en base anual, expresados en kg/ha/año. Se estimó la eficiencia de aprovechamiento de nutrientes a través de la aplicación de distintos indicadores, a escala predial. Ellos fueron:

- Indicador de uso de nutrientes: IUN (%) = $(\text{exceso} - \text{ingreso}) * 100$
- Indicador de consumo de nutrientes: ICN = $\text{Ingresos} / \text{Egresos}$
- Eficiencia Global del Balance: EGB (%) = $(\text{Egresos} / \text{Ingresos}) * 100$

El balance de nutrientes promedio de los 36 establecimientos está resumido en el Cuadro 2, junto con los valores máximos y mínimos de cada una de las variables trabajadas y su mediana. Los resultados obtenidos respecto al balance predial (kg/ha/año) fueron positivos, salvo para el fósforo en el caso de algunos establecimientos en donde se obtuvieron balances negativos.

Las fuentes de aporte de nutrientes en los predios ganaderos son las provenientes del nitrógeno fijado por las leguminosas, así como lo aportado por los fertilizantes y los alimentos comprados. En el caso del nitrógeno, una gran entrada al predio se da por medio de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) por parte de las leguminosas, la cual varía entre 25 y 72% del ingreso total cuando existen otras fuentes de nitrógeno, llegando a ser el 100% del nitrógeno ingresado al establecimiento en aquellos predios que no utilizan fertilización nitrogenada ni tampoco compran alimentos para el engorde del ganado.

Cuadro 2 - Balance de N y P para los valores promedios, máximos y mínimos y mediana de los predios ganaderos de GIPROCAR II bajo estudio.

	Promedio	Mediana	Mín.	Máx.
Balance N	54,5	49,8	7,6	213,0
IUN (%) N	14,3	87,6	25,0	97,4
ICN N	7,0	8,1	1,3	38,6
EGB (%) N	14,3	12,4	2,6	75,0
Balance P	7,0	5,5	-1,7	24,8
IUN (%) P	77,2	71,1	---	94,3
ICN P	4,4	3,5	0,2	17,6
EGB (%) P	62,6	28,9	5,7	575,3

En los casos en donde se aplican fertilizantes, su importancia varía entre el 18 y 55% del total del nitrógeno ingresado. En el caso del alimento, su aporte muestra muy poca variación (10 al 20% del total). Para el caso del fósforo, su mayor ingreso se da por parte de la fertilización, la cual aporta entre el 65 y el 83% del total de fósforo que ingresa a los establecimientos, siendo el resto aportado por los alimentos comprados.

Con respecto a los indicadores, en el caso del nitrógeno, existió una gran variación del IUN entre los establecimientos, tanto para N como para P. Los valores menores de IUN indican mayor eficiencia de utilización de los nutrientes. El ICN de N calculado fue desde 1,3:1 hasta 38,6:1, siendo el promedio de 7:1. Los establecimientos que tuvieron un menor ICN de N fueron aquellos que vendieron alimentos (fardos) generando un egreso de nutrientes agregado al de la venta de producto (carne). En el caso del ICN de P se observó una menor variación (0,2:1 hasta 17,6:1) siendo el valor promedio de 4,4:1. Los establecimientos con menos ICN de P fueron aquellos que tuvieron un bajo ingreso de P al establecimiento, llegando a tener balances de P negativos.

Esta información es inédita a nivel nacional para predios ganaderos, la cual permite establecer que en términos generales se estaría en situaciones de mejora del uso eficiencia de N y P, particularmente por la falta de los mismos para una alta productividad, en particular para el caso del P.

**MANEJO EFICIENTE DE LA MANO DE OBRA:
CONSUMO DE AGUA**

Los principales verdeos de invierno sembrados en nuestro país son compuestos por avena byzantina y/o raigrás anual, siendo frecuentemente utilizados en la cría de terneros y en el engorde de novillos.

Dentro de los parámetros de calidad de los verdeos, el contenido de materia seca (MS) de la “primera estación de pastoreo” es generalmente muy bajo. Por ejemplo, para avena el promedio de MS en otoño es de 14,2%

con un máximo de 15% y un mínimo de 13,4%. Considerando este aspecto, se evaluó el impacto sobre el crecimiento animal, con terneros y novillos, de una estrategia muy utilizada en ovinos, como es la supresión de agua de bebida mientras pastorean verdeos que tienen menos de 22% de MS.

Por ejemplo, en terneros de destete de 150 kilos, se lograron las mismas ganancias de peso para ambos grupos (800 g/día), tanto a los que se les permitió acceder al agua de bebida como aquellos a los que se les suprimió el acceso a la fuente de agua. La dieta fue raigrás cv. LE 284 al 4,5% del peso vivo desde el 1° de julio hasta el 12 de octubre. A partir de esa fecha, los terneros sin agua comenzaron a perder peso debido al incremento de la materia seca en el verdeo (Figura 4).



Figura 4 - Evolución del peso vivo y del porcentaje de Materia seca en función del tiempo.

El consumo de materia seca por ternero fue del orden del 2% del peso vivo, siendo este valor en los terneros con acceso a agua 10% superior que el de aquellos sin acceso al agua. El consumo de agua en bebedero de los terneros con acceso a agua fue de 16 litros promedio por animal y por día, lo que coincide con los valores presentados por NRC (1996).

Lo más interesante es que aparentemente los animales sin acceso al agua cubrieron sus necesidades de agua a partir de la provista por el forraje.

En otro experimento, se evaluó las necesidades de agua de novillos de 320 kilos pastoreando sobre avena cv. 1095a. En este caso, el período de pastoreo fue desde el 27 de mayo al 10 de agosto y la asignación de forraje fue del 5% del PV. Los novillos sin acceso al agua de bebida ganaron 880 g/día y los que tuvieron acceso a agua 810 g/día durante los 75 días de evaluación. El consumo de materia seca de los novillos con acceso a agua fue 30% superior a la de los animales sin acceso al agua (2,3 vs. 1,8% del peso vivo). A su vez, los novillos con acceso al agua de bebida consumieron 13 litros de agua de bebida por animal y por día.

Las ventajas de no tener que usar agua de bebida en sistemas de recría y/o engorde intensivo son varias:

a) Desde el punto de vista fisiológico, los animales recién destetados no sufren de diarreas por exceso de agua en los primeros pastoreos de los verdes, con muy bajos contenidos de MS.

b) A su vez, del punto de vista productivo, existe una mejor conversión de materia seca a peso vivo, tanto en terneros como en novillos, ya que los animales que no tienen agua de bebida necesitan entre 10 y 36% menos de consumo de forraje para lograr la misma ganancia de peso vivo.

c) Los animales no deben gastar energía en procura del agua de bebida.

d) Desde el punto de vista práctico y operativo, no es necesaria la infraestructura (bebederos, caminos) para el abastecimiento de agua, y se puede realizar un pastoreo de avance sin pisar parte de lo ya pastoreado, contribuyendo a un uso eficiente del verdeo.

Se evitan además “callejones” que quedan embarrados y con superficies de suelo compactadas, que podrían dificultar las futuras siembras y/o afectar potencialmente el rendimiento de los cultivos y/o forrajes posteriores.

e) Se necesita menor dedicación de la mano de obra a la tarea de facilitar que los animales tengan acceso al agua de bebida.

f) Facilita desde el punto de vista logístico, la implementación de otras tareas asociadas a la intensificación productiva, como puede ser el uso de la suplementación con granos y/o reservas forrajeras sobre los verdes de invierno.

REFERENCIAS FINALES

En tiempos de agricultura, creemos firmemente que la inclusión de un modelo de investigación, desarrollo e innovación en “Invernada de Precisión” por parte de INIA forma parte de la búsqueda continua de soluciones tecnológicas para la mejora de la competitividad de esta actividad, de gran importancia económica y social para el Uruguay, con un enfoque de cadena, orientada a la demanda y con un fuerte compromiso con el medio ambiente.



EFICIENCIA EN LA GESTIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA EN PREDIOS GANADEROS INVERNADORES



¹ Bruno Lanfranco

² Ignacio Buffa

¹ Ing. Agr., MSc, PhD. Economía Aplicada. INIA.

² Ing. Agr., Técnico de FUCREA

Tras varios años de muy alto crecimiento y dinamismo, el sector ganadero uruguayo aun enfrenta importantes desafíos. Esta actividad se encuentra hoy amenazada por otras alternativas como la forestal y la agrícola, que ejercen una fuerte competencia por el factor tierra. Ello obliga a incrementar sustancialmente la eficiencia económica de la actividad a través del uso de tecnologías de gestión y toma de decisiones en la empresa.

La carencia de un paquete estandarizado, de aplicación sencilla y validado en situaciones comerciales a escala predial, podría ser una de las razones que expliquen, en alguna medida, su escaso uso por parte de los productores agropecuarios (Helguera, Lanfranco y Majó, 2004). Aun en el caso de productores que exhiben un nivel aceptable de adopción de tecnologías de gestión y toma de decisiones, con un cierto grado de interacción y colaboración a través del intercambio de experiencias, como en el caso de los participantes de grupos CREA, existen diferencias de manejo empresarial que sugieren la existencia de ineficiencias que, a su vez, afectan los resultados de la empresa.

Las teorías acerca del comportamiento racional de las unidades tomadoras de decisiones económicas (UTD) generalmente parten de una cierta premisa. Dado un problema determinado, los individuos o empresas se comportan como si primero reunieran toda la información disponible acerca de las alternativas posibles, realizaran todos los cálculos necesarios para evaluar y comparar dichas alternativas y luego eligieran un curso de acción, maximizando beneficios, bienestar o cualquier otro objetivo plausible.

Esto se sintetiza a través del concepto de “racionalidad económica”, premisa básica en todo análisis económico (Thompson y Thore, 1992).

Sin embargo, expresada de esta manera la racionalidad económica, resulta difícil explicar el comportamiento “subóptimo” que a menudo se observa por parte de las UTD, las que por una razón u otra no arriban a la solución óptima que tal concepto implica. El verdadero concepto de racionalidad no tiene otra connotación que asumir que el productor o la empresa es capaz de tomar las mejores decisiones en su beneficio y en forma consistente, de acuerdo a la información que maneja (Lanfranco y Helguera, 2006). El acceso y procesamiento de la información no es “gratis”; tiene un costo que debe ser incorporado a la función de producción.

A veces, el costo de lograr una solución óptima puede ser prohibitivo. En otros casos, el productor considera que los beneficios esperados de una tecnología no son suficientes para equiparar y superar los costos de infor-



mación y de adopción. En ambos casos, puede decirse que la solución que surge de la toma de decisiones no es óptima sino satisfactoria.

Pero aún este concepto es difícil de aplicar a ciertas UTD que no arriban a soluciones racionales definidas de esta manera. Al menos en el corto plazo, algunas UTD no administran los recursos disponibles en forma eficiente, adoptando decisiones subóptimas. Los llamados análisis de fronteras de producción reconocen ese hecho, procurando distinguir aquellas UTD que son más eficientes (localizadas sobre la frontera de producción), de otras que no hacen un uso eficiente de insumos y factores de producción (están "fuera" de dicha frontera). Surgidos a partir de los conceptos de eficiencia técnica y eficiencia económica desarrollados por Farrell (1957), los análisis de fronteras de producción evolucionaron admitiendo diversos enfoques y modalidades de desarrollo y distintas técnicas de análisis empírico.

Actualmente constituyen un amplio cuerpo de técnicas desarrolladas en la disciplina económica, cuyo núcleo distintivo es el reconocimiento explícito de que algunos tomadores de decisión adoptan soluciones subóptimas, en términos de las relaciones insumo/producto empleadas en su actividad productiva.

Desde el momento en que más de una UTD se puede ubicar sobre la frontera de producción, son varias las respuestas obtenidas a partir del análisis de fronteras de producción, lo cual indica que la decisión óptima no es única y pueden existir diversas formas de organizar y administrar la producción. Sin embargo, puede decirse que las empresas que no alcanzan la frontera no ha-

cen un uso eficiente de sus insumos, si se las compara con una combinación lineal de las otras empresas, sugiriendo que su desempeño podría mejorar mediante cambios o reacomodos en sus procesos de producción.

El objetivo del estudio, cuyas principales conclusiones se presentan en este artículo, fue evaluar el comportamiento de un grupo de empresas ganaderas dedicadas fundamentalmente a la invernada de bovinos, en términos del nivel de eficiencia exhibido en el empleo de insumos y factores en la producción. A partir de la información productiva y económica registrada, se aplicó una técnica conocida como análisis envolvente de datos, más conocido como DEA por su sigla en inglés (data envelopment analysis), para estimar en forma empírica la frontera de producción para el grupo de empresas evaluadas. Dentro de dicho grupo se identificaron aquellas UTD que se localizaron sobre la frontera (eficientes) y las que se ubicaron fuera de ella.

LA FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN

Antes de proseguir, resulta conveniente definir brevemente algunos términos, varios de los cuales ya han sido referidos a lo largo de este artículo. La llamada función de producción es una relación que representa la cantidad máxima que puede producirse de uno o varios bienes a partir de los recursos disponibles. Por ejemplo, a partir de un rodeo de cría de determinado tamaño, cierto nivel de recursos forrajeros, suplementos minerales y eventualmente granos, mano de obra y otros insumos, como ser específicos veterinarios, se puede producir un máximo potencial de animales para reemplazo o faena (carne).

La forma que adquiere la función de producción, es decir, esa relación entre recursos y productos, depende de la tecnología empleada. Es la tecnología la que pone límites y determina que a partir de una cierta dotación de recursos existe un máximo de productos a obtener. Puede producirse menos pero nunca más. En forma equivalente, no puede producirse una cantidad determinada de producto sino a partir de una combinación mínima de insumos y factores de producción. Se pueden emplear más recursos de los necesarios pero nunca menos, a no ser que se cambie la tecnología. Esto está íntimamente ligado a la idea de eficiencia técnica.

Con frecuencia son varias las combinaciones óptimas posibles de factores e insumos para obtener un producto, así como el portafolio de productos que pueden surgir de una dotación de recursos productivos; raramente existe una sola solución óptima. Se trata de un concepto tecnológico-productivo y no económico, por el cual los insumos y factores de producción admiten cierto grado de sustitución entre sí, sin alterar ni la cantidad ni la calidad de producto obtenido. Ese conjunto de combinaciones óptimas que permiten producir o elaborar una determinada cantidad de producto constituyen lo que se

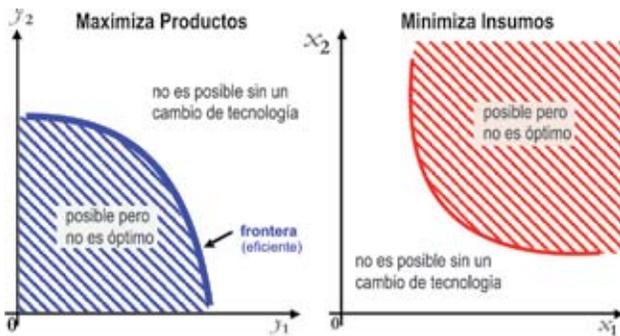


Figura 1 - Fronteras de posibilidades de producción

conoce como frontera de posibilidades de producción o simplemente frontera de producción. El concepto es intuitivo; no se puede traspasar esa frontera sin apelar al cambio tecnológico.

Para entender mejor estos conceptos puede apelarse a la Figura 1. El gráfico de la izquierda muestra la frontera de posibilidades de producción desde el punto de vista del producto. A modo de ejemplo, se consideran dos productos, y_1 e y_2 , que podrían ser carne y lana o terneros y vacas de invernada, etc.

A partir de una cierta dotación de recursos, se puede producir cualquier combinación de productos correspondiente al área rayada en azul. Esta se delimita por la curva azul más gruesa, que representa la frontera de producción, allí donde se produce el máximo posible de acuerdo a una cierta dotación de recursos combinados mediante una tecnología determinada. La función de producción nos determina la ubicación de la frontera. Sobre la frontera se ubican las soluciones óptimas o eficientes; por debajo, las soluciones son subóptimas o ineficientes.

El gráfico de la derecha (Figura 1) representa el mismo concepto, visto desde el punto de vista de los factores de producción.

El área rayada en rojo representa las combinaciones de insumos, en este caso solamente dos (x_1 e x_2) para producir una determinada cantidad de producto. La cantidad mínima necesaria, para el nivel tecnológico aplicado está determinada por la frontera (línea gruesa roja). Existen varias combinaciones óptimas posibles pero no es posible producir la cantidad fijada con menos recursos.

EL ESTUDIO EMPIRICO

Cuando se pretende llevar a la práctica los conceptos discutidos previamente, la primera dificultad que surge es cómo se determina la función de producción, esto es, la relación entre insumos y productos que nos marca el nivel de producción o el nivel de aplicación de insumos "eficiente". Aunque lo ideal sería intentar modelar esa relación a través de algunos postulados teóricos

que permitan definir un estándar de eficiencia óptima, esto no siempre es posible. A los efectos de analizar el desempeño de empresas reales y compararlas entre sí, resulta más lógico definir la frontera de producción sobre una base real alcanzable antes que sobre una base teórica que puede ser inalcanzable para todos.

Este fue el enfoque seguido en este estudio, el cual involucró 27 predios ganaderos invernadores (UTD) provenientes de 14 grupos CREA localizados en dos zonas contrastantes del país: litoral oeste y cristalino. Dichos predios fueron monitoreados durante tres ejercicios consecutivos (2007/08, 2008/09 y 2009/10), registrándose toda la información física y económica necesaria para el análisis. El tamaño de los predios varió entre 57 hectáreas y 2.310 hectáreas, con índices de productividad CONEAT que oscilaron entre 82 y 184. Se consideró una función de producción con un producto (carne vacuna) y tres insumos variables (pasturas, suplementos y sanidad).

La frontera de producción fue estimada mediante la técnica de análisis de envoltorio de datos (DEA); se trata de una programación lineal que permite determinar que predios o empresas, dentro de un grupo, se ubican sobre la frontera de producción empírica. Cada UTD es comparada, en términos de su combinación de insumos y productos, con la respectiva combinación de insumos y productos de una empresa eficiente, generada me-



Cuadro 1 - Predios (UTD) participantes en el estudio (promedio 3 ejercicios).

UTD	Zona	Índice CONEAT	SPV (has)	% Área Mejorada	Verdeos % (I+V)	Dotación UGV/ha	Producción (kg/ha/año)
2	Cristalino	104	1.163	79	10	1,91	264
3	Cristalino	88	2.310	63	11	1,33	156
4	Cristalino	114	1.006	59	11	1,74	223
5	Cristalino	96	1.403	32	16	1,51	209
6	Cristalino	100	98	80	8	1,29	215
7	Cristalino	86	1.198	97	0	1,60	230
8	Cristalino	121	691	75	2	1,56	227
9	Cristalino	144	1.655	21	12	1,06	116
10	Cristalino	91	566	39	8	1,31	148
11	Cristalino	82	876	45	3	1,07	145
12	Litoral	88	611	27	1	1,27	132
13	Litoral	124	1.039	15	22	1,26	172
14	Litoral	97	751	38	9	1,12	167
15	Litoral	124	517	88	7	1,77	249
16	Litoral	89	624	71	10	1,38	207
17	Litoral	89	741	46	23	1,20	229
18	Litoral	93	442	53	17	1,56	177
20	Litoral	129	475	75	21	1,36	227
24	Litoral	104	389	78	21	1,31	264
26	Litoral	114	715	72	35	1,76	303
31	Litoral	100	531	40	36	1,73	267
32	Litoral	103	557	55	11	1,61	240
33	Litoral	86	404	50	68	2,42	451
34	Litoral	184	317	81	17	1,70	256
35	Litoral	96	184	43	52	1,50	309
36	Litoral	97	123	44	37	2,16	482
39	Litoral	100	58	87	11	2,56	373
Prome- dio para N=27		105	721	57	18	1,56	239

Nota: La identificación de las UTD se debe a que el estudio se inició con 39 predios.

dante la combinación lineal de las empresas que componen el grupo seleccionado. Las características de las 27 UTD analizadas se presentan en el Cuadro 1, con datos promedio para los tres ejercicios considerados.

La cuarta columna corresponde a la superficie de pastoreo con vacunos (SPV) expresada en hectáreas. El área promedio fue de 721 has en tanto que la mediana de la distribución se situó en las 611 has. El rango de áreas se ubicó entre un mínimo de 56 has hasta un máximo de 2.310 has. Las siguientes dos columnas representan, por un lado la proporción de SPV mejorada (%), sea con praderas artificiales o con mejoramientos de campo y, por otro lado,

la proporción de áreas con verdes. Al considerarse tanto verdes de invierno como de verano, existen superposiciones de área por lo que la suma de estos con la de pasturas y otros mejoramientos puede superar el 100%. El promedio de área mejorada para los 27 predios fue de 57%, con un mínimo de 15% y un máximo de 97%. En el caso de las áreas con verdes, el promedio se situó en 18%, variando entre 0 y 68%.

La dotación ganadera se expresa en términos de unidades ganaderas vacunas por hectárea (UGV/ha SPV). La dotación promedio resultó en 1,56 UGV/ha, variando entre 1,06 y 2,56.

Cuadro 2 - Producto Bruto, gasto y margen bruto, por hectárea

UTD	Resultado Económico, en US\$/ha (promedio 3 ejercicios)				
	Producto Bruto	Gasto en Pasturas	Gasto en Suplem.	Gasto en Sanidad	Margen Bruto
2	238,82	68,07	92,84	8,98	68,93
3	170,27	28,57	23,53	2,55	115,62
4	255,40	51,81	64,25	2,57	136,78
5	219,25	50,38	36,63	3,87	128,37
6	287,75	43,82	78,68	5,12	160,12
7	263,23	57,22	26,85	7,65	171,51
8	273,54	81,08	128,57	8,11	55,78
9	122,15	30,11	11,96	2,18	77,91
10	166,43	42,16	38,62	2,72	82,94
11	165,19	58,84	8,13	6,58	91,64
12	119,20	19,71	23,67	4,54	71,28
13	204,06	41,58	19,44	4,74	138,30
14	178,30	44,18	25,69	2,73	105,70
15	209,58	77,17	59,80	7,03	65,59
16	191,30	68,11	20,09	4,81	98,28
17	247,32	35,41	22,24	7,20	182,47
18	171,26	22,51	39,45	8,05	101,25
20	262,74	69,53	14,23	6,77	172,21
24	355,41	68,68	29,35	3,87	253,51
26	396,45	122,32	35,82	6,07	232,23
31	326,64	86,05	65,92	13,94	160,73
32	293,23	37,96	64,96	5,08	185,24
33	579,89	207,70	251,20	27,30	93,69
34	267,52	78,03	64,68	10,55	114,27
35	345,94	145,93	39,87	9,06	151,08
36	613,16	152,83	205,31	20,43	234,59
39	523,47	69,16	129,79	11,67	312,84
Promedio	275,83	68,85	60,06	7,56	139,37

La última columna presenta la producción física del predio (carne vacuna) para la variable considerada, en términos de kilogramos de carne en pie por hectárea y por año. El promedio de los tres años para las 27 UTD fue 239 kg/ha/año, desde un mínimo anual de 116 kg/ha a un máximo de 482 kg/ha.

En el Cuadro 2 se presenta el resultado económico para las 27 UTD, comprendiendo el producto bruto (PB), el gasto incurrido para cada uno de los tres insumos analizados (pasturas, suplementación y sanidad) y el resultado o margen bruto (MB) de la actividad, expresadas en dólares por hectárea (US\$/ha). El PB promedio para el grupo de empresas fue de US\$/ha 275,83. El gasto promedio en pasturas para los 27 predios fue de US\$/ha 68,85. El gasto en suplementación promedió US\$/ha 60,06, en tanto que de sanidad promedió US\$/ha 7,56. Por su parte, el MB de la actividad promedió US\$/ha 139,37, para el conjunto de predios considerado.



Cuadro 3 - Gasto promedio por unidad de producto y MB por ha, por rango de eficiencia

Rango de Eficiencia	Predios por Rango	Promedio de gasto por unidad de producto (US\$)			Margen Bruto US\$/ha
		Pasturas	Suplementación	Sanidad	
100%	6	0,215	0,125	0,022	170,31
Entre 90% y 99%	4	0,146	0,222	0,026	172,46
Entre 80% y 89%	4	0,228	0,117	0,025	138,25
Entre 70% y 79%	3	0,244	0,181	0,016	105,67
Entre 60% y 69%	2	0,389	0,110	0,026	124,68
Entre 50% y 59%	5	0,275	0,312	0,036	141,34
Menor a 50%	3	0,337	0,369	0,039	76,07

El propósito del análisis de fronteras es distinguir las UTD “eficientes”, ubicadas en la frontera de producción, de aquellas “no eficientes” que se localizan fuera de ésta. Para lograrlo, se computó un índice de eficiencia (IF). La condición a cumplir es que ninguna UTD real puede producir más que la UTD eficiente, con la misma cantidad de insumos. A partir del valor de IF, las 27 UTD se ordenaron por eficiencia, en la Figura 2.

Seis fueron las UTD eficientes en la combinación de insumos utilizada, alcanzando un IF de 100% y localizándose sobre la frontera de producción. Dichas UTD utilizaron la mejor combinación de insumos posible, para los niveles de precios a los que debieron hacer frente.

En un segundo nivel se encuentran cuatro UTD, cuyo IF fue superior al 90%. Denotando un nivel de eficiencia menor aún, cinco UTD mostraron un índice de entre 80 y 90% mientras que tres UTD alcanzaron un valor entre 70 y 80%.

Con un IF entre 50% y 70% se ubicaron seis UTD; finalmente, solamente tres UTD registraron un índice inferior al 50%.

El Cuadro 3 muestra el gasto promedio de las UTD ubicadas en cada rango de eficiencia. En términos generales, a mayor nivel de eficiencia, menor el gasto por unidad de producto y mayor el margen bruto por hectárea. Sin embargo, si bien el gasto promedio en pasturas de las seis UTD eficientes fue algo superior que el registrado por las UTD menos eficientes, ubicadas en un nivel superior al 90%, esto se vio más que compensado por un menor gasto en suplementación. De la misma manera, el gasto promedio más bajo en sanidad correspondió al grupo ubicado en el rango de entre 70 y 80%, siendo menos eficientes, no obstante, en el nivel promedio de gasto en pasturas que las UTD que verificaron un índice superior. Adicionalmente, se observa que el MB por hectárea tiende a aumentar con la eficiencia, si bien esta relación no parece ser muy estrecha.

Para completar el análisis, se intentó establecer una relación entre el nivel de eficiencia y algunos índices

productivos (tamaño y productividad de la superficie de pastoreo, producción de carne por hectárea y eficiencia del stock), de manejo (dotación, proporción del área mejorada) y económicos (margen bruto por hectárea). Los resultados obtenidos revelaron que prácticamente ninguno de los parámetros productivos mostró una relación estadística significativa con el IF.

La única excepción la constituyó la producción de carne por hectárea, que mostró un cierto grado de asociación negativa con la eficiencia. Aunque este resultado debe tomarse con precaución, ya que el modelo no fue construido para responder esa pregunta, podría pensarse que los predios participantes en este estudio ya operan con niveles de producción bastante elevados para el nivel tecnológico empleado. En ese caso, sucesivos incrementos en la producción conllevarían una intensificación en el uso de insumos que representaría una pérdida de eficiencia. Por otro lado, la asociación con el margen bruto por hectárea fue significativa y de signo positivo. En promedio, el incremento en un dólar por hectárea del MB incrementó la eficiencia en 0,16%.

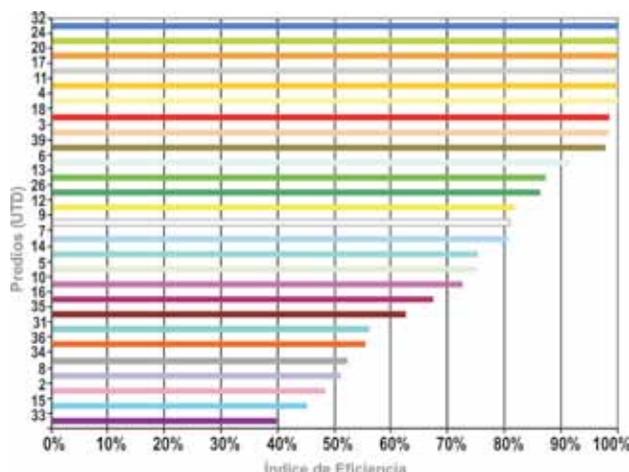


Figura 2 - Ranking de eficiencia de los 27 predios participantes en el estudio.

ALGUNAS CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

La aplicación del método DEA sobre un grupo de 27 predios ganaderos invernadores permitió identificar aquellos cuyas combinaciones insumo/producto, en términos monetarios, resultaron óptimas, en comparación con el desempeño del grupo.

Una limitante del estudio es que solamente consideró el gasto en tres insumos (pasturas, suplementación y sanidad), por lo que los niveles de eficiencia calculados se refieren y restringen exclusivamente al empleo de éstos. Nada nos dice el modelo desarrollado respecto al empleo de otros factores de producción relevantes como la mano de obra.

De todos modos, el análisis realizado permitió identificar la combinación mínima óptima promedio de insumos (pasturas, suplementación y sanidad), en cuanto al gasto necesario para producir una unidad de producto (US\$ de carne vacuna). En términos generales, las ineficiencias estuvieron referidas a gastos adicionales en suplementación o sanidad. No obstante, fue posible establecer qué insumos fueron responsables de las pérdidas de eficiencia detectadas, para cada uno de los predios que no alcanzaron la frontera de posibilidades de producción.

En lo que respecta a las razones que condujeron a las ineficiencias encontradas, se pudo constatar que en ningún caso estuvieron relacionadas a la dotación de

los recursos y factores de producción. Ni la superficie de pastoreo, ni la productividad de la tierra, ni la dotación, ni la proporción de campo mejorado, estuvieron asociadas de alguna manera a los niveles de eficiencia exhibidos, dentro de los rangos de dotación de recursos registrados. Aunque el estudio no relevó información específica que caracterizara a los individuos que tomaban las decisiones en cada UTD, es muy probable que las diferencias observadas en eficiencia se debieran básicamente a aspectos de gestión. Sobre este punto se procurará profundizar en futuros estudios sobre el tema.

BIBLIOGRAFÍA

Farrell, M.J. (1957) "The measurement of productive efficiency." *J. of Royal Statistical Society. Series A (General)* 120(3): 253-290.

Helguera, L., B. Lanfranco y E. Majó (2004) "Tecnologías de gestión en empresas agropecuarias: ¿Deuda pendiente?" *Revista Instituto Plan Agropecuario. Núm. 112 (Diciembre):* 48-53.

Lanfranco, B. y L. Helguera (2006) "Óptimo técnico y económico: diversificación, costos ocultos y el estímulo para mejorar los procesos en la ganadería nacional." *Revista INIA Uruguay. Núm. 8 (Setiembre):* 2-5.

Lanfranco, B. y G. Sapriza (2010) "Incidencia del CONEAT y otros factores de calidad en el precio de la tierra." *Revista Agrociencia Uruguay* 14(2): 89-102.

Thompson, G.L. y S. Thore (1992) *Computational Economics: Economic Modeling with Optimization Software*. Danvers, MA: Boyd & Fraser Publishing Company.



EFECTO DEL PESO DE FAENA DE CERDOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y LAS CUALIDADES DE LA CANAL Y DE LA CARNE



Gustavo Capra ¹ y Ana Echenique ²

¹ Ing. Agr. MSc Programa Nacional de Producción Familiar - INIA

² Ing. Agr., CNFR

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto “Desarrollo de tecnologías para mejora de la calidad de producto en sistemas familiares de producción porcina” (FPTA 220), se llevaron a cabo dos experimentos con el fin de determinar la incidencia del peso de faena sobre el comportamiento físico y la calidad de la canal y de la carne de cerdos, destinados respectivamente a la elaboración de productos industrializados y a la obtención de cortes frescos.

EXPERIMENTO 1

En el primer ensayo, llevado a cabo en un establecimiento comercial localizado en Tarariras (Colonia), fueron evaluados tres rangos de peso de faena:

Rango 1: Peso de faena entre 85 - 94 kg de peso vivo

Rango 2: Peso de faena entre 95 -104 kg de peso vivo

Rango 3: Peso de faena entre 105 -114 kg de peso vivo

Se asignaron a los tratamientos 48 cerdos (machos enteros) con un peso vivo inicial de 54 kg, originarios del propio establecimiento donde se desarrolló el ensayo. La utilización de machos enteros se debió a que ésta era la práctica habitual del establecimiento. El tipo genético correspondió a cruza provenientes de madres con diferentes proporciones de sangre Large White, Landrace, Duroc Jersey y padrillo híbrido terminal.

La alimentación se basó en una ración balanceada (14,7% de proteína cruda) formulada específicamente para ser complementada con suero de queso. Tanto la ración como el suero de queso fueron ofrecidos a voluntad durante el transcurso de todo el período experimental.

Determinaciones de performance física

En cada tratamiento se evaluó consumo diario de ración y se realizaron pesadas semanales controlando en forma individual la ganancia diaria de peso (gramos/animal/día).

A partir de la ganancia de peso y del consumo de alimento, se estimó el índice de conversión de la ración balanceada para cada tratamiento.

Determinaciones de calidad de carcasa, carne y grasa

A medida que los animales de cada tratamiento alcanzaron el rango de peso final establecido fueron enviados a

Cuadro 1 - Comportamiento productivo de los cerdos en engorde

PESO DE FAENA	85-94 kg	95-104 kg	105-114 kg	Nivel de significación
Peso inicial (kg)	54,00	54,32	54,67	NS
Peso de faena (kg)	90,50 c	99,50 b	111,00 a	P<0.01
Ganancia media diaria (kg/día)	0,698	0,695	0,652	NS
Consumo de ración balanceada (kg/día)	2,25	2,26	2,17	-
Índice de conversión	3,23	3,25	3,33	-

un matadero habilitado en Juan Lacaze (Colonia). Las determinaciones de calidad de canal, carne y grasa fueron realizadas en la línea de faena, en la planta de desosado a las 24 horas postmortem y en el laboratorio.

En la línea de faena se determinó el peso vivo a la faena y el peso de la carcasa.

En la planta de desosado las mediciones realizadas sobre la media canal izquierda incluyeron:

a) Longitud de la res: medida en mm desde el borde anterior de la sínfisis isquio-pubiana hasta la porción media del arco de la primera costilla.

b) Espesor del Músculo M: distancia mínima medida en mm entre el borde craneal del músculo *Gluteus medius* y el eje dorsal del canal vertebral. Esta medida, correlacionada con el contenido de magro de la res, está vigente en Europa para la tipificación de canales porcinas en pequeños mataderos.

c) Espesor de grasa dorsal: promedio en mm del espesor obtenido en la línea media a nivel de la última costilla y entre la última vértebra lumbar y primera sacra.

d) Peso de la media res izquierda: peso en kg de la media res sin cabeza, sin grasa peri-renal y sin riñones.

e) Peso y rendimiento de cortes comercialmente valiosos: a partir de la media canal izquierda se separaron las piezas comerciales (bondiola, espinazo, jamón, paleta y asado), determinándose la proporción de cada una de ellas en relación al peso total de la media res.

En el laboratorio, en tanto, se midió:

a) Área de ojo de lomo: se separó de la canal un trozo de lomo cortando transversalmente entre la 3ª y la 4ª últimas costillas. Sobre la superficie expuesta de ese trozo se midió el área del músculo *Longissimus thoracis* utilizando una plantilla centimetrada.

b) Color: las determinaciones de color se realizaron en forma objetiva con un colorímetro Minolta Chroma-Meter

CR-200 (Osaka, Japón) a las 48 horas de la faena, sobre la superficie expuesta del M. *Longissimus thoracis*.

c) Contenido de grasa intramuscular, en %.

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de comportamiento productivo de los cerdos en cada uno de los tres pesos de faena evaluados.

La velocidad de crecimiento se vio ligeramente disminuida en el caso de los cerdos faenados en el rango comprendido entre los 105 y 114 kg; sin embargo dicha disminución no fue estadísticamente significativa.



Cuadro 2 - Parámetros de calidad de canal y de carne

PESO DE FAENA	85-94 kg	95-104 kg	105-114 kg	Nivel de significación	
Peso de carcasa (kg)	69,82 c	74,45 b	82,18 a	P<0.01	
Espesor de grasa dorsal - EGD (mm)	16,24 b	18,23 ab	19,11 a	P<0.05	
Espesor de músculo M (mm)	68,11 c	73,27 b	77,00 a	P<0.05	
Largo de res (mm)	727,86 c	799,80 b	819,33 a	P<0.05	
Área de ojo de lomo (cm ²)	36,00 c	39,50 b	49,00 a	P<0.01	
Color a nivel del M. <i>L. thoracis</i>					
	L*	51,00 a	48,70 a	40,90 b	P<0.05
	a*	5,70 b	6,50 b	7,40 a	
Grasa Intramuscular (%)	3,10	3,50	3,35	NS	
Peso cuatro cortes nobles (kg)	16,48	17,63	19,28		
Rendimiento cuatro cortes nobles (%)	51,13	52,89	51,13	NS	

* Cuatro cortes nobles: bondiola, espinazo, paleta y jamón.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en los diferentes parámetros de calidad de canal y de carne.

El aumento en el peso de faena tuvo un efecto positivo sobre el peso de los cortes nobles, el área del ojo de lomo y el color de la carne, todos ellos parámetros de gran relevancia en la calidad de carne.

Si bien es esperable un menor rendimiento de cortes comercialmente valiosos al aumentar el peso del animal a la faena, los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas en este sentido. Desde el punto de vista del color de la carne, los mayores pesos de faena determinaron carnes menos pálidas (menor valor de L*) y una tendencia al rojo superior (mayor valor de a*) que las de menor peso.

El color es un atributo sensorial muy importante de la carne y no solo influye sobre la elección y su aceptación por parte del consumidor, sino que refleja además sus expectativas de calidad. Valores superiores de la coordenada a* (tendencia al rojo) son de gran relevancia en la producción de productos chacinados, tanto cocidos (jamón cocido) como crudos (jamón crudo, bondiola). Una mayor proporción de fibras oxidativas (Tipo I) y concentración del pigmento mioglobina son normalmente encontradas en animales de mayor peso de faena.

EXPERIMENTO 2

En el segundo experimento se evaluaron los mismos rangos de peso de faena:

Tratamiento 1: Peso de faena entre 85 - 94 kg de peso vivo

Tratamiento 2: Peso de faena entre 95 - 104 kg de peso vivo

Tratamiento 3: Peso de faena entre 105 - 114 kg de peso vivo

Se utilizaron 36 cerdos (machos castrados) con un peso vivo promedio de 32,5 kg. Genéticamente correspondían a híbridos producto del cruzamiento de madres de la línea Landrace x Large White (Degesa, Argentina) y machos terminadores de la línea JSR-Austral (Large White línea paterna x Pietrain x Hampshire).

La alimentación se basó en una ración balanceada formulada para la etapa de recría-terminación (16,7% de PC) en función de los requerimientos nutricionales propuestos por el NRC (1998).

El sistema de alimentación fue a voluntad hasta los 60 kg y luego se controló el suministro de acuerdo a escala propuesta por INRA (1988) en base a evolución de peso vivo. El engorde de los cerdos se realizó en instalaciones de INIA Las Brujas, en un sistema al aire libre.

Parámetros evaluados

Se evaluaron los mismos parámetros de comportamiento productivo y de calidad de canal y carne que en el experimento 1, incorporándose la determinación en laboratorio de la terneza de la carne y las pérdidas de agua durante la cocción. La terneza de la carne se evaluó mediante la técnica de resistencia al corte de Warner-Bratzler del músculo *Longissimus thoracis*.

La pérdida de agua por cocción hace referencia a los fluidos liberados tras calentar la carne sin aplicar fuerzas externas.

A cada canal se le aplicó el criterio de tipificación de "Cerdo Magro" en base a su peso de canal y espesor de grasa dorsal, siguiendo las especificaciones establecidas por INAC.

Cuadro 3 - Rendimiento Físico

	Tratamiento 1 (85-94 kgPV)	Tratamiento 2 (95-104 kg PV)	Tratamiento 3 (105-114 kg PV)
Peso inicial (kg)	33,50 a	32,97 a	33,50 a
Peso de faena (kg)	92,20 c	101,32 b	110,46 a
Ganancia media diaria (kg/día)	0,649 a	0,675 a	0,642 a
Consumo de alimento (kg/día)	2,84	2,85	2,88
Índice de conversión	4,38	4,22	4,49

Resultados

A nivel del rendimiento productivo, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos en relación a la velocidad de crecimiento y el consumo de ración balanceada, a pesar que con mayores pesos de faena se suele esperar una disminución de la performance física (Cuadro 3).

Al aumentar el peso de faena, el espesor de grasa dorsal (EGD) fue mayor, como cabía esperar. Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre el Tratamiento 2 y el Tratamiento 3. El espesor del músculo M no fue estadísticamente diferente. Ello se explica porque a pesar de haber diferencias en la grasa de cobertura entre el primer rango de peso y los restantes, son canales con baja proporción de grasa dorsal para los pesos considerados.

En el rango de peso menor, el 100% de las canales recibirían la denominación de "Cerdo Magro"; los otros dos tratamientos mantienen una alta proporción de canales que cumplen con dichas especificaciones (Cuadro 4).

Tanto para largo de res, como para área de ojo de lomo (*M. Longissimus thoracis*) el Tratamiento 3 presentó los mayores valores. Sin embargo, a nivel de color y contenido de grasa intramuscular del lomo, no se verificaron diferencias significativas entre tratamientos. En este sentido, se obtuvieron valores adecuados de L^* , por lo que se trata de carnes poco pálidas. El contenido de grasa intramuscular es adecuado, tanto desde el punto de vista nutricional como sensorial.

En general, con mayores pesos de faena se obtienen cortes comercialmente valiosos, también de mayor peso, pero con menor rendimiento.

Cuadro 4 - Calidad de Canal y Carne

	Tratamiento 1 (85-94 kgPV)	Tratamiento 2 (95-104 kg PV)	Tratamiento 3 (105-114 kg PV)
Peso de carcasa (kg)	74,50 c	82,06 b	90,45 a
Espesor de grasa dorsal - EGD (mm)	16,25 b	20,01 a	21,08 a
Proporción de reses tipo Cerdo Magro (%)	100	55,5	68,3
Espesor de músculo M (mm)	79,38 a	81,67 a	80,84 a
Largo de res (mm)	774,33 c	805,89 b	818,33 a
Área de ojo de lomo (cm²)	45,50 b	47,30 b	51,23 a
Grasa Intramuscular (%)	3,56 a	3,59 a	3,28 a
Color (L^*)	49,23 a	48,89 a	49,15 a
Peso cuatro cortes nobles (kg)	12,05	13,44	14,82
Rendimiento cuatro cortes nobles (%)	36,82 a	35,82 a	36,85 a
Terneza (KF)	5,16 a	5,36 a	5,65 a
Pérdidas de agua por cocción (%)	29,86 a	30,33 a	28,89 a

Sin embargo en este caso, a pesar de las importantes diferencias entre los pesos de faena, no se hallaron diferencias significativas entre cada corte por separado, ni para el conjunto de los cuatro cortes nobles (bondiola, espinazo, jamón y paleta), a excepción de una diferencia en rendimiento de bondiola entre el rango de peso más bajo y el intermedio.

En el caso de reses porcinas destinadas al consumo de carne fresca, el grado de engrasamiento (grasa de cobertura e intramuscular), el rendimiento de cortes carniceros, el color y el área de ojo de lomo son factores de especial interés para los industriales y consumidores. En este sentido, con un peso de faena de 105-114 kg se obtienen espinazos con un área de ojo de lomo significativamente mayor. La terneza, si bien podría verse afectada, no presentó diferencias significativas entre los tres pesos de faena evaluados y lo mismo ocurrió con las pérdidas de agua durante la cocción.

CONCLUSIONES

A nivel de la industria chacinera uruguaya se considera que el peso de faena óptimo se ubica en el entorno de los 106 kg, aunque algunas empresas prefieren pesos algo superiores, en el rango entre 110 y 120 kg.

A nivel productivo, a la hora de establecer el peso de faena se le ha atribuido a los pesos elevados (mayores a 105 kg) un menor rendimiento físico y económico.

Sin embargo, del presente trabajo se desprende que dicha creencia (altamente arraigada, independientemente del sistema de producción, tipo genético y manejo que se considere) no siempre se verifica. Tal es así que se logró obtener cortes comerciales de mayor peso, con una performance física, un grado de

engrasamiento y un rendimiento de cortes valiosos similar. El incremento en el peso de faena determina mejoras en el color y el área del ojo del lomo, sin determinar incrementos significativos en el contenido de grasa intramuscular ni en la resistencia al corte, cualidades relevantes desde el punto de vista de la obtención de cortes frescos.

Solamente se justificaría faenar los cerdos en el rango de peso menor (comprendido entre 85 y 94 kg) si la certificación de "cerdo magro" de INAC tuviera un pago diferencial por calidad de producto o si fuese relevante como estrategia comercial basada en la diferenciación del producto.

Desde el punto de vista de la industria chacinera, el incremento del peso de faena dentro del rango considerado en ambos experimentos, permite obtener cortes de más peso sin un engrasamiento excesivo. Además mejora el color de la carne y no se verifican diferencias en las pérdidas de agua durante la cocción, cualidades relevantes para la elaboración de productos chacinados.

Seguramente estos resultados se explican por la evolución en la genética y en el manejo de la alimentación que ha experimentado la producción porcina en los últimos diez años.

Debe tenerse en cuenta que la genética utilizada y la alimentación condicionan los resultados y que, por lo tanto, para cada situación y en función del objetivo productivo, se deberá evaluar cual es el peso de faena más adecuado. Sin embargo, teniendo en cuenta el resultado de validaciones en predios comerciales desarrolladas en el marco del proyecto, se formulan las siguientes recomendaciones de carácter general para sistemas de producción familiar del Uruguay:

1) Objetivo productivo: cerdos gordos para industria del chacinado.

- Tipos genéticos: a) Híbridos comerciales o b) animales producto de la cruce de cerdas Large White (LW), Landrace (LD) o LWxLD con padrillo Terminal (F1 o F2).
- Peso de faena recomendado: Para cualquiera de los dos tipos genéticos anteriormente señalados, el peso de faena propuesto se encuentra entre los 100-114 kg.

2) Objetivo productivo: cerdos magros para obtención de cortes frescos.

- Tipos genéticos: a) Híbridos comerciales, b) animales producto de la cruce de cerdas Large White (LW), Landrace (LD) o LWxLD con padrillo terminal (F1 o F2) y c) animales producto de la cruce de cerdas Large White (LW), Landrace (LD) o LWxLD con padrillo LW o LD.
- Peso de faena recomendado: Para los dos tipos genéticos señalados en primera instancia, el peso de faena propuesto se encuentra entre los 110-114 kg. Para el tercer tipo genético, el peso de faena recomendado se sitúa entre los 100-105 kg.

DESARROLLO DE VARIEDADES DE BONIATO APTAS PARA CONGELADO EN LA ZONA LITORAL NORTE DEL URUGUAY



Vicente, E.¹ Carrato, A.² Silveira Soto, D.³ Lado, J.¹ Macías, D.⁴ Rodríguez, G.¹ Vilaró, F.¹ González, M.¹ Carrega, G.³ Ibañez, F.¹

¹ Programa Nacional de Producción Hortícola, INIA

² Greenfrozen S.A., Bella Unión, Artigas

³ Asesor técnico privado, Salto

⁴ Centro Tecnológico de Bella Unión

INTRODUCCIÓN

El cultivo de boniato ocupa el segundo lugar en superficie y el primero en número de productores dentro de la producción hortícola del Uruguay. El total de lo producido se destina al abastecimiento del mercado interno principalmente desde enero hasta setiembre. La oferta está dominada por boniatos de color morado de pulpa amarillo-crema del cultivar INIA Arapey y en menor proporción por los de pulpa naranja, obtenidos de las variedades Beauregard y Cuabé.

El rubro cuenta con un alto potencial productivo en las condiciones del país y su crecimiento debería estar estrechamente ligado al desarrollo de nuevas oportunidades comerciales para consumo interno y exportación. Para el producto fresco falta mejorar el abastecimiento nacional desde octubre hasta diciembre, con boniatos morado/crema de alta calidad.

La obtención de productos procesados congelados o deshidratados permitiría explorar nichos insatisfechos de distintos mercados. También existen otros usos como la producción de etanol, la alimentación animal, la obtención de pigmentos naturales y almidón, entre otros.

El mejoramiento genético de hortalizas del INIA tiene como objetivo el desarrollo de cultivares resistentes a plagas y enfermedades, adaptados a las condiciones productivas locales y a diversos destinos comerciales. La empresa Greenfrozen S.A. cuenta con la planta de procesamiento de hortalizas congeladas 'Calagua' en Bella Unión dirigida al mercado nacional y que también ha incursionado en la exportación de zanahorias, morrones y zuchinis. En 2008 se identifica un potencial mercado de puré de boniato congelado en Europa asociado a la búsqueda de nuevos alimentos beneficiosos para la salud.

También vinculado al incremento en la demanda por boniato de mesa en los países del norte de Europa se ha observado en los últimos años su importación desde USA, Sudáfrica e Israel.

A partir de esta demanda, Greenfrozen S. A. y el proyecto de mejoramiento genético de INIA en Salto Grande han cooperado en la identificación y caracterización de las variedades más adecuadas para la producción de boniato congelado convencional y orgánico, apuntando al desarrollo de una cadena productiva e industrial de exportación.

Cuadro 1 - Color de pulpa, contenido de materia seca (MS%) y sólidos solubles crudo (°Brix). Puntajes promedios obtenidos de la evaluación organoléptica para cada cultivar al natural (puré de microondas) y procesado (puré en olla con sal y manteca), escala subjetiva (1 a 6, el 6 corresponde a la máxima calidad).

Clon/Varietad	Color pulpa cruda	%MS cruda	° Brix crudo	Puntaje natural	Puntaje procesado	Color pulpa procesado
INIA Arapey	Amarilla	26	9	4,0	4,0	Amarillo
INIA Ayuí	Naranja intenso	24	15	5,0	5,0	Naranja intenso
Beauregard	Naranja intenso	24	10	2,7	4,0	Naranja Intenso
INIA Itapebí	Naranja	24	11	4,7	4,7	Naranja intenso
K9807.1	Amarilla	28	10	1,7	3,0	Amarillo verdoso
Cuabé (Ñ0403.1)	Naranja	19	11	5,7	5,7	Naranja

Las actividades se han dirigido a la caracterización de la calidad culinaria para cubos congelados y puré de un grupo de variedades representativas del programa, la evaluación agronómica y de conservación poscosecha en ensayos en Salto y Bella Unión y la validación a escala del comportamiento agronómico e industrial de los materiales más destacados.

CALIDAD CULINARIA Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

En el año 2008 se realizaron pruebas industriales de procesamiento de dos variedades y cinco clones de INIA para evaluar su aptitud para congelado en cubos y la elaboración de puré. El proceso fue iniciado con el pesaje, pelado y eliminación de las partes de menor calidad o dañadas de los distintos ejemplares.

Luego los boniatos fueron troceados y cocidos durante 3 minutos a 95-105 °C, para inactivar la acción de la peroxidasa y evitar ennegrecimiento posterior. Una vez obtenidos los cubos de 3/8, fueron colocados dentro de una puretera, recogiendo el puré elaborado y colocándose en recipientes rectangulares de acero inoxidable, resistentes al congelado. Durante el proceso se realizaron muestreos para caracterizar los distintos clones desde el punto de vista del contenido de materia seca y sólidos solubles. Además el producto elaborado fue evaluado por chefs especializados en cuanto a su calidad organoléptica consumidos tanto en forma natural, calentado en horno microondas, como procesado en olla con sal y manteca. Se destacó el comportamiento de Cuabé (Ñ0401.3), tanto consumido en forma natural como procesado. El clon K9807.1, dado su alto contenido de materia seca, presentó dificultades en el proceso de elaboración del puré, siendo a su vez el peor evaluado.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVARES

Durante tres zafas (2008/09, 2009/10 y 2010/11), en INIA Salto Grande, se evaluaron ocho cultivares en ensayos de comportamiento agronómico en suelos arenosos de Salto en ciclos cortos (90 días) con trasplantes tempranos de octubre a partir de plantines de almácigo y cosecha de enero. También con ciclos medios (120 días) con trasplante tardío con esquejes (puntas de guía) de diciembre y cosecha de abril, con riego por goteo, a una densidad de 34700 plantas/ha.

Además durante dos años (2009/10 y 2010/11) se estudió el comportamiento de seis variedades en suelos pesados en el Centro Tecnológico de Bella Unión, Artigas, en ciclos largos (150 días) con trasplante de noviembre y cosecha de abril, con riego por surco y una población de 23800 plantas/ha. El manejo se realizó de acuerdo a las normas de producción integrada para el litoral norte.

En las figuras 1, 2 y 3 se presentan los resultados en producción por hectárea obtenidos con diferentes ciclos en Salto y Bella Unión.



Control de calidad, Greenfrozen, Bella Unión.

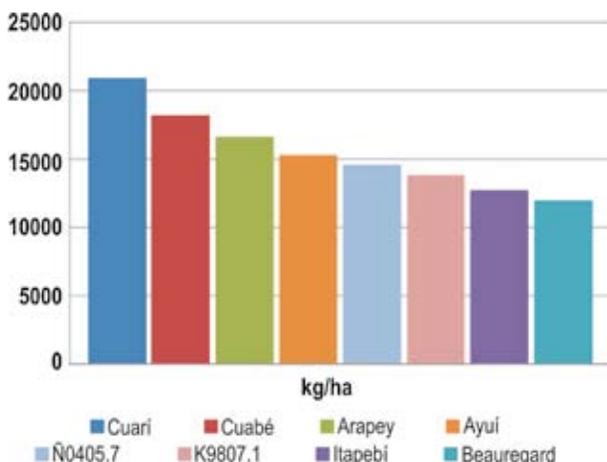


Figura 1 - Producción comercializable en kg por hectárea, promedio de las zafas 2008/09, 2009/10 y 2010/11. Ensayo comparativo de variedades temprano con 90 días, trasplante en octubre y cosecha en enero, riego por goteo, 34700 plantas/ha. INIA SG. Intervalo LSD de Fisher (0.05)= 2895,5.

Las variedades más destacadas en Salto fueron Cuari y Cuabé en ciclo temprano de 90 días y en ciclo tardío de 120 días. Mientras que en Bella Unión, Cuabé, Arapey y Beauregard fueron las de mayor producción con ciclo largo de 150 días.

Dicho ciclo podría ser el más utilizado con destino industrial pues permite obtener mayor producción y boniatos grandes aptos para uso industrial. También es necesario que los boniatos de mayor calibre presenten una forma lisa que faciliten el pelado a máquina y reduzcan las pérdidas por el repaso manual para extraer restos de piel y otros defectos.

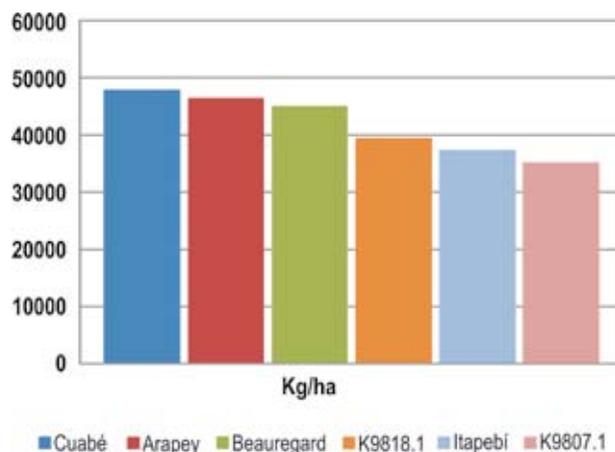


Figura 3 - Producción comercializable en kg por hectárea, promedio de las zafas 2009/10 y 2010/11. Ensayo de variedades con ciclo de 150 días, trasplante en noviembre y cosecha en abril, riego por surco, 23 800 plantas/ha, INIA SG. Intervalo LSD de Fisher (0.05)= 7067,4.

CONSERVACIÓN DE VARIEDADES POSCOSECHA

Durante 3 zafas (2008/09, 2009/2010 y 2010/11), con el producto cosechado en abril obtenido en los ensayos de ciclo medio de INIA Salto Grande, se realizó una prueba de conservación de 8 cultivares bajo condiciones de galpón sin control de temperatura ni humedad, registrándose el peso de los boniatos comerciales mensualmente y calculándose el porcentaje en peso con respecto al producto conservado inicialmente.

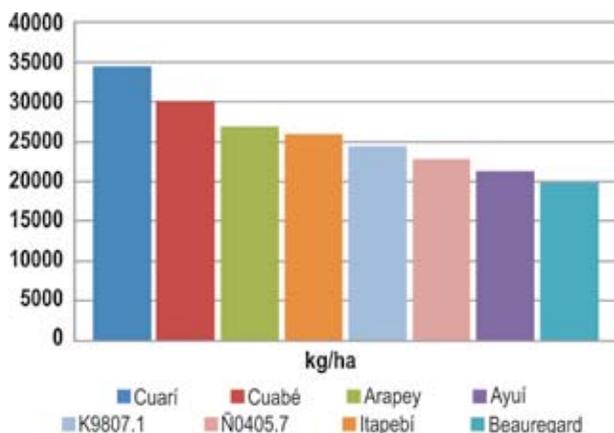


Figura 2 - Producción comercializable en kg por hectárea, promedio de las zafas 2008/09, 2009/10 y 2010/11. Ensayo de variedades con ciclo tardío con 120 días, trasplante con puntas de guía en diciembre y cosecha en abril, riego por goteo, 34700 plantas/ha, INIA SG. Intervalo LSD de Fisher (0.05)= 3669,5.



Boniatos pelados y lavados previo a la fase de cubeteado



Producto cubeteado con variedades de diferente color de pulpa

Las variedades Cuabé y Beauregard resultaron los materiales de mayor conservación en condiciones de galpón “frío” sin control de temperatura y humedad en los tres años estudiados. Una mayor vida poscosecha es un atributo importante para el manejo de la materia prima destinada al abastecimiento de una fábrica, la que puede ser mejorada con infraestructura adecuada para el manejo de temperaturas medias y alta humedad relativa.

VALIDACIÓN AGRONÓMICA, INDUSTRIAL Y EXPORTACIÓN

En 2009, 2010 y 2011 por parte de Greenfrozen fueron realizados cultivos comerciales, procesamiento industrial y exportación de boniato cubeteado congelado a modo de ajuste del proceso completo. Fueron validados los cultivares Cuabé e Itapebí con producción orgánico y convencional, en las condiciones de Bella Unión y Salto.

En los tres años de pruebas de validación agronómica, de procesado y exportación al Reino Unido se pudo cumplir con los requisitos de trazabilidad de la producción, con un producto convencional libre de residuos. También con la certificación de producto orgánico en la fase agrícola e industrial y la política de alérgenos necesaria para los alimentos para bebés. Se destacó Cuabé por el rendimiento industrial y uniformidad de color.

CONCLUSIONES

La variedad Cuabé (Ñ0401.3) resultó la más recomendable por su comportamiento agronómico e industrial para la producción convencional y orgánica de boniato cubeteado y puré congelado.

El programa de mejoramiento genético de boniato, al disponer de germoplasma adaptado, diverso en aspectos de calidad, con un adecuado soporte de evaluación agronómica, validación y producción de semilla, permitió responder adecuadamente a una nueva oportunidad de crecimiento productivo e industrial destinada a la exportación. Además el producto cubeteado y congelado podría incrementar el consumo de boniato en el mercado interno respondiendo a una demanda insatisfecha de alimentos saludables que a su vez sean fáciles y prácticos para su uso en la cocina.

A futuro resultará necesario identificar nuevas variedades que mejoren el rendimiento industrial para congelado, aptas para deshidratado, diferenciables por su alto contenido de beta carotenos y con adaptación a distintas zonas del país. Este objetivo se ha encarado en el proyecto “Desarrollo participativo de variedades de boniato con destino a la industria de alimentos” de la línea de Alto Impacto Social de la Agencia Nacional de la Investigación y la Innovación (ANII), que integra al INIA, con empresas y agrupaciones de productores del norte y sur del país.



Boniatos variedad Cuabé de Colonia Gestido utilizados en la validación industrial.

RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN EL MANZANO CULTIVAR 'GALA'



Ing. Agr. P. Campi ¹
Ing. Agr. (Dr.) Claudio García ²

¹ Estudiante de Maestría de la Facultad de Agronomía. UdelaR

² Programa Nacional de Producción Frutícola

INTRODUCCIÓN

La superficie frutícola del Uruguay es de algo más de 7000 hectáreas, de las cuales la mitad son de manzano. El cultivar de manzano 'Galas' representa el 20% de la producción total, el 90% del área plantada está bajo riego y en su mayoría está injertada sobre el portainjerto M9 de baja resistencia a sequía. Es una de las variedades de manzana más exportadas en los últimos años, por lo que las exigencias de los mercados compradores obligan al productor a una mejora continua del tamaño de fruta, color y precocidad de cosecha para mantener competitividad.

El manejo adecuado del factor riego y fertilización son determinantes en un monte frutal para asegurar rentabilidad y cuidar el medio ambiente, por eso en este trabajo se planteó cuantificar la respuesta productiva-vegetativa de la aplicación de diferentes dosis de riego y de fertilización nitrogenada en árboles de manzano cv. 'Gala' (*Malus domestica* Borkh) en la temporada 2008-09.

Riego

La mayoría de los autores coinciden en el efecto beneficioso del riego en el crecimiento y el rendimiento de los árboles de manzano. De todas formas, debe tenerse en cuenta que los resultados beneficiosos son acumulativos, y requieren varios años para manifestarse. Existen varias estrategias de riego en el mundo, adaptadas principalmente al clima y tipos de suelo de una región, de las cuales se destacan:

El Riego Deficitario Controlado (RDC) es utilizado para situaciones de disponibilidad limitada de agua y en climas con menores precipitaciones que el de nuestro país. El criterio principal es ahorrar agua en beneficio del crecimiento de frutas en detrimento del desarrollo vegetativo de la planta y, en países con las características del clima de Uruguay, es aprovechar las precipitaciones durante la época de desarrollo de fruto.

Los riegos totales que mojan más el suelo tratan de dejar secar el suelo hasta un umbral de riego medido por tensión de humedad, humedad del suelo, o gasto de agua acumulado por ETc (EvapoTranspiración del cultivo). Este umbral inicia el riego aplicando una lámina de riego hasta recargar el suelo de agua a capacidad de campo.

Otro método más completo es el Balance Hídrico que calcula las entradas (lluvia, riego, napas colgadas etc.) y salidas de agua (ETc y evaporación del suelo, percolación fuera de la profundidad radicular, etc.); en este caso se riega cuando el balance de agua es "cero", antes que comience a ser negativo.

Por último, el riego diario, y adaptado a éste el método de riego por goteo, mediante el cual se repone el agua de la ETc diaria. Es el método más utilizado en Uruguay por los fruticultores, permitiendo también el ferti-riego y su automatización. En condiciones como la de nuestro país, con precipitaciones de frecuencia e intensidad erráticas es de interés ajustar el manejo del riego, ya sea por el déficit o exceso de agua.

Todo estrés hídrico afecta el desarrollo de los árboles frutales, siendo el crecimiento de las raíces el primer afectado por el exceso o falta de humedad del suelo. Periodos de déficit hídrico tienen efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de plantas del manzano, afectando el rendimiento, tamaño y la calidad del fruto. Las estaciones más sensibles al déficit hídrico en Uruguay son primavera y verano; entre los meses de octubre y marzo existe un déficit promedio de 230 mm de agua.

Nitrógeno (N)

El N en el cultivo del manzano es el elemento más requerido junto con el potasio (K). La fertilización nitrogenada es la más utilizada, ejerciendo un marcado efecto en la composición del fruto y su calidad, como también en el desarrollo vegetativo. El N fertilizado afecta principalmente el contenido de N en hojas y frutas, el tamaño de frutas y color, pero tiene menor efecto en el incremento del rendimiento total de frutas. Una cosecha media de 40-50 toneladas/ha genera extracciones altas de N y K, y las eficiencias de recuperación del N aplicado son bajas, del orden de 25-30%, por esto es importante el agregado del mismo al cultivo.

Las dosis de fertilización nitrogenada son muy variables, según las condiciones de producción; dosis entre 40 a 150 kg de N/ha se han reportado con respuestas productivas dispares.

Nutrientes y Riego

Si la humedad del suelo no es adecuada la nutrición de las plantas del manzano es deficiente. El riego a 100% de ETc mejora los contenidos de la mayoría de los nutrientes en las plantas comparados con el secano.

Un equilibrio entre riegos y fertilización determina las condiciones favorables de crecimiento para evitar excesos de vigor, que conllevan a enfermedades y desórdenes fisiológicos y que afectan en forma significativa el rendimiento y la calidad final de los frutos.

El empleo del análisis foliar y la evaluación de la respuesta vegetal permitirá la optimización de la fertilización.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los ensayos experimentales se realizaron en dos montes comerciales Sitio 1 (S1) y Sitio 2 (S2) de manzanos cvar. 'Gala' en la zona frutícola sur del Uruguay en la localidad de Melilla. Eran montes de 7 años de edad, plantados en alta densidad: en el S1 2105 plantas/ha, y en el S2 2500 plantas/ha, conducidos a líder central sobre el portainjertos M9. El estado de plena flor correspondió con la fecha 8 de octubre del 2008 y el fin de cosecha el 13 de febrero del 2009.

Se estimó la ETc a partir de la evaporación diaria del tanque "A" y la precipitación fue registrada en cada sitio mediante pluviómetro estándar.

El agregado de N se fraccionó en tres momentos: 40% en otoño-pos-cosecha 2008, 50% en primavera-pos-cuajado y el 10% restante en precosecha 2009 junto con el K, simulando un ferti-riego.

La cosecha se realizó en cuatro repases (22/01/09 al 23/02/09) evaluándose número y peso de fruta total por planta. Se realizó un muestreo de las cosechas para medir diámetro ecuatorial final, porcentaje de color rojo e intensidad de color de fondo y sobre color (a, b y L), presión de pulpa (PP), sólidos solubles (SS) y acidez titulable (AT).



Cuadro 1 - Evapotranspiración del cultivo y agua aplicada según sitio.

ETc (%)	ETc (mm)	Agua aplicada (mm)	
		Sitio 1	Sitio 2
0	0	0	0
50	286	285	154
75	429	428	230
100	572	570	307

COMPONENTES PRODUCTIVOS

Evapotranspiración del cultivo, agua aplicada, humedad en el suelo

La ETc total en el periodo de riego fue de 572 mm y las precipitaciones 201 mm. Se trató de un año de bajas precipitaciones e intensas radiaciones solares resultando, para el S2, limitante la fuente de agua, la que fue restrictiva en un 40% con respecto al 100% ETc. En el S1 se aplicó agua en relación directa a la ETc estimada (Cuadro 1).

La humedad de suelo a 20 cm de profundidad fue diferente entre los tratamientos de riego, observándose un incremento de la humedad en el suelo según las dosis incrementales de riego. A lo largo de la estación de crecimiento el secano presentó el menor rango de humedad en el suelo y estuvo por debajo del punto de marchitez permanente o límite inferior (LI); por el contrario el tratamiento de riego a 100% ETc fue el más cercano a capacidad de campo o límite superior (LS).

Cuadro 2 - Lámina de riego aplicada (mm), Kilos de fruta por ha y peso promedio de fruto

	mm aplicados	kg/ha	g/fruto
S1	570	55454	143
	428	47399	133
	285	45009	137
	0	31930	109
S2	307	38441	157
	230	35979	151
	154	33226	145
	0	26947	123
Nitrógeno kg/ha			
S1	220	47634	136
	110	45646	129
	0	45490	133
S2	220	36560	156
	110	34313	144
	0	32474	140

Precocidad de cosecha, rendimiento y peso final de frutos

Se realizaron 4 repases de cosecha de frutos; en los dos primeros repases en el S1 el incremento de la cosecha fue 21000 kg/ha y 30-40 g/fruto en las plantas que recibieron riego al 100%, en relación a las plantas en secano. En el S2 el impacto fue menor ya que se regó menos por las causas explicadas de limitante en la fuente de agua.

El número de frutas por planta, definido por el raleo, fue similar y no presentó diferencias entre parcelas, por esto, el incremento del peso de los frutos es el determinante de los incrementos de los rendimientos por ha (Cuadro 2). Los incrementos de peso fueron significativos por el incremento del agua aplicada para los dos sitios.

En la Figura 1 se observa un aumento en el rendimiento de manzana a medida que se incrementa la lámina de riego, existe una relación lineal positiva entre el rendimiento de frutos finales y los incrementos de riego en cada sitio.

El N aplicado no generó diferencias en el rendimiento en el S1, pero generó aumentos promedio del orden de 3000-4000 kg/ha con las dosis mayores aplicadas en el S2, atribuibles al aumento en el diámetro de fruto.

No se observó interacción entre el nitrógeno y la lámina de riego aplicada en plantas de manzana.

Calidad de frutas

Para los dos sitios evaluados se dan similares resultados en la calidad de frutas en respuesta del riego y fertilización nitrogenada.

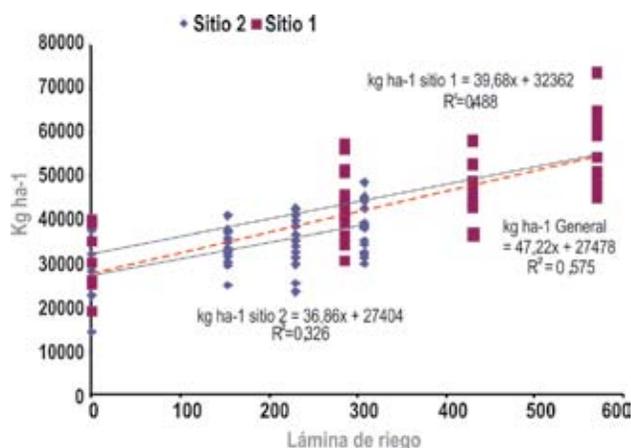


Figura 1 - Relación entre el rendimiento de manzana (kg/ha) y la lámina de riego aplicada (mm). Regresiones peso fruto (gramos) y riego (mm): cuadrados rojos = S2, línea roja general (S1 y S2), y rombos azules = S1.

El peso y volumen de fruta se correlacionan positivamente con el riego y el N. Por otro lado, disminuyó significativamente la presión de pulpa a medida que se incrementaba el agua aplicada, lo que coincide con el hecho de que a menores contenidos de humedad en el suelo existe mayor firmeza de pulpa. En cambio, el porcentaje de sobrecolor de frutos permanece insensible al incremento del riego y se favorece, pero en menor grado, con el incremento de fertilización nitrogenada.

Por otro lado los sólidos solubles (SS) disminuyeron con el aumento de riego por efecto de dilución, en cambio la acidez titulable (AT) se mantiene insensible a la fertilización y al riego.

Área transversal del tronco y peso de poda invernal

En los dos sitios se observaron aumentos del crecimiento vegetativo para los dos factores riego y N. Tomando como ejemplo el S2, las variables peso de poda y el % de incremento de la sección transversal del tronco (STT) se incre-

mentan con el aumento de las dosis de nitrógeno y de la lámina de riego. La diferencia mayor en la respuesta vegetativa la generó el factor lámina de riego (Cuadro 3).

CONSIDERACIONES FINALES

El riego aumentó el rendimiento y la calidad de la fruta en forma significativa. A medida que aumentó la lámina de riego, aumentaron los rendimientos de manzana. Las necesidades de agua desde floración a cosecha fueron 572 mm (ETc), las lluvias en esta temporada fueron 201 mm. La mayor respuesta a la lámina de riego(570 mm) se dio con rendimientos de 55000 kg/ha.

El riego incrementó el diámetro ecuatorial y el peso promedio de fruto, y disminuyó la presión de pulpa y los sólidos solubles.

El peso promedio de los brotes de poda y la sección transversal del tronco aumentó al aumentar la lámina de riego y la aplicación de nitrógeno.

El análisis foliar fue una herramienta válida para diagnosticar excesos o deficiencias de nutrientes, los niveles de N foliares en manzanos fueron altos, y no se observó respuesta productiva inmediata al agregado de este nutriente. No se observaron efectos en la calidad interna y externa de fruta. Aplicaciones de 110 kg de N/ha serían adecuadas para obtener buenos resultados en estos sistemas de producción.

Si bien en este primer año de evaluación se manifestaron los resultados beneficiosos del riego y del nitrógeno, al ser los mismos acumulativos, se requiere de un mayor número de años de experimentación para conclusiones definitivas.

AGRADECIMIENTOS

A los Sres. Ismael Solari y Luis Solari por permitir realizar los ensayos en sus predios. Al personal de la Sección Suelos y Riego de INIA Las Brujas. A los Técns. Agr. Helenesio Borges Cabral y Andrés Bereta, y a todas las personas que ayudaron en este trabajo.

Cuadro 3 - Peso de rama promedio e incremento de sección transversal del tronco (STT).

Riego (% ETc)	Peso de rama (gr)	% incremento STT
secano	5,23 a	3,27 a
50%	9,02 b	9,41 b
75%	10,72 b	11,02 b
100%	17,37 c	11,56 b
Nitrogeno (kg N/ha)		
0	8,95 a	7,50 a
110	11,00 ab	9,43 ab
220	14,00 b	11,59 b

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05) por test de Tukey.

PRIMER BANCO NACIONAL DE ADN GENÓMICO DEL GÉNERO EUCALYPTUS: Implicaciones en el registro y trazabilidad clonal



Diego Torres Dini, Zohra Bennadji, Natalia Nikichuk, Roberto Scoz

Programa Nacional de Producción Forestal

INTRODUCCIÓN

La producción forestal ha tenido un crecimiento exponencial en nuestro país durante los últimos 20 años. El mejoramiento genético forestal ha sido un área de investigación clave para aumentar los niveles de productividad, así como también el desarrollo de genotipos de características productivas de índole superior. Las características biológicas del género *Eucalyptus* hace que sea posible la clonación de genotipos superiores, tanto por macro como por micropropagación, generando así clones de élite. Dichos clones son el producto final de la toma de decisiones de los mejoradores y son multiplicados por miles en viveros para ser posteriormente cultivados en plantaciones, logrando así una productividad diferencial. La correcta identificación de clonal es la aplicación de los marcadores moleculares más demandada por los mejoradores del género *Eucalyptus* a nivel mundial.

El control de calidad de producciones clonales a gran escala es crucial desde el punto de vista operativo (Grattapaglia & Kirst 2008), adquiriendo mayor importancia en viveros donde se producen clones con objetivos distintos, por ejemplo, con características genéticas adaptadas para ambientes específicos o fines distintos, como puede ser madera sólida o pulpa. Desde la planificación de la plantación forestal pasando por la multiplicación clonal, instalación a campo, hasta alcanzar el destino final en etapa industrial, transcurren varios años.

Por eso es clave contar con formas confiables de asegurar la identidad clonal garantizando la trazabilidad durante el proceso de producción clonal. Los errores en la clasificación de materiales pueden llevar a pérdidas considerables en la ganancia genética esperada por los efectos del mejoramiento, con las consecuentes pérdidas económicas que esto conlleva (Torres-Dini et al 2011a; Grattapaglia & Kirst 2008).

Brasil es uno de los principales productores mundiales de clones de *Eucalyptus* y cuenta con metodologías de identificación clonal desarrolladas (Sansaloni 2008; Brondani et al. 2006; Assis-Faria et al. 2011) las cuales son reiteradamente solicitadas por los productores para asegurar la trazabilidad durante las sucesivas etapas de la multiplicación clonal, así como también para proteger los derechos de propiedad en los intercambios interinstitucionales y comerciales (Kirst et al. 2005; Torres-Dini

D et al. 2008; Torres-Dini, et al. 2011b). Por otro lado, la experiencia española ha consolidado su registro de clones del género *Populus* mediante marcadores basados en ADN (De-Lucas et al. 2008).

Hasta hace poco tiempo, una de las limitantes tecnológicas en nuestro país era la ausencia de un sistema de registro de clones de *Eucalyptus*. Con el objetivo de levantar esta limitante, el INIA inició en el 2007 un proyecto de “Desarrollo de metodologías de selección e identificación de genotipos superiores con técnicas moleculares”. Como resultado de las actividades asociadas se generó, en conjunto con el sector productivo, un banco nacional de ADN forestal donde están representados los materiales de élite producidos por el INIA y los programas de mejoramiento genético del sector privado. En paralelo estos materiales han sido genotipados por técnicas moleculares asignando una identidad molecular a cada uno de los materiales de nuestro país. Actualmente se están llevando en fase piloto los primeros ensayos de trazabilidad molecular en vivero.

ANTECEDENTES

Así como las huellas dactilares han sido usadas durante siglos para identificar a las personas, teniendo un alto valor como evidencia física que permite la individualización de una persona del resto de la población, de manera análoga los análisis basados en ADN permiten la caracterización de un individuo particular con respecto al resto de los miembros de su especie. Estos procedimientos están ampliamente extendidos en disciplinas sujetas a veredictos legales como la criminalística. Países desarrollados como Reino Unido, USA y Canadá cuentan con bancos de ADN propios, que constituyen bases de datos bioquímicas para el registro, seguimiento e identificación de sospechosos (Jeffreys et al. 1985; Bieber et al. 2006). Dichas metodologías también se usan de forma rutinaria en la determinación de la paternidad y establecimiento de genealogías. En el campo de la genética animal ya se han consolidado buena parte de estos avances en nuestro país, como resultado de una iniciativa ente INIA y la ARU que permitió la generación del Banco Nacional de ADN genómico animal (Dalla-Rizza et al 2010).

En el rubro forestal, INIA viene trabajando en el desarrollo de protocolos moleculares basados en ADN que aseguren la identidad clonal. En una primera instancia se implementó un protocolo de genotipado (o fingerprinting) para la especie *Eucalyptus grandis*, en una segunda fase se consolidó otra metodología para *E. grandis* y *E. dunnii* (Torres-Dini, et al. 2011a) y otro procedimiento específico para *E. globulus* (Torres-Dini, et al.2011b). Actualmente se está ejecutando una técnica de genotipado que es aplicable a todas las especies del género *Eucalyptus*, lo que permite estandarizar las metodologías, brindando la posibilidad también de analizar híbridos interespecíficos (Assis-Faria et al. 2011). Con este procedimiento, la probabilidad de que dos clones sean

idénticos por azar es de 1 en 184 millones (Kirst et al. 2005; Torres-Dini et al. 2011a).

METODOLOGÍA

Construcción del Banco de ADN

Se realizaron colectas de tejido vegetal de las principales especies forestales del género *Eucalyptus*: *E. grandis*, *E. globulus*, *E. dunnii*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. benthami* e híbridos interespecíficos. Las muestras provenían de los programas de mejoramiento genético y bancos de germoplasma de UPM Forestal Oriental, Montes del Plata, Weyerheuser, Sierras Calmas e INIA. El ADN fue purificado y congelado a -20 °C.

Genotipado

Los microsatélites empleados en este trabajo fueron previamente validados en muestras de cuatro especies del género *Eucalyptus*, representando a tres secciones filogenéticas del subgénero *Symphyomyrtus* (Assis-Faria et al 2011). Esto asegura su adecuada funcionalidad en diferentes especies del subgénero así como también en híbridos inter-específicos. Las condiciones de reacción fueron las mismas descritas por los autores (Assis-Faria et al 2011).

El total de materiales del banco de ADN testados fueron analizados por PCR para 16 loci microsatélites. La determinación de los pesos moleculares de los alelos fue realizada mediante genotipado con secuenciador automático (Figura 1). Los datos obtenidos para cada microsatélite indican las variantes alélicas detectadas para los respectivos clones. Esta información fue empleada en la construcción de una base de datos y fue analizada con el software IDENTITY 1.0 (Wagner et al 1999).



RESULTADOS

Se logró generar un banco de ADN con los principales materiales de élite cultivados en Uruguay. Los mismos presentaron un patrón molecular característico para los 16 microsatélites seleccionados. Con estos resultados la probabilidad de que dos clones sean iguales por azar es de 1 en 184 millones.

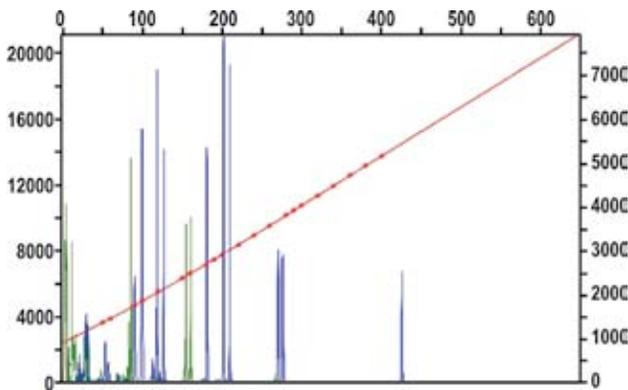


Figura 1 - Genotipado del clon INIA 2114. Experimento llevado a cabo mediante múltiplex PCR con 9 microsatélites. En el eje de las (y) se señala la intensidad de fluorescencia y en el de las (x) los pesos moleculares de cada uno de los alelos. Los fluoróforos utilizados fueron FAM y HEX. Dos de estas múltiplex fueron utilizadas sobre cada uno de los materiales analizados totalizando entre ambas 16 microsatélites por muestra.

CONCLUSIONES FINALES

Como resultado final de este proyecto INIA logró levantar la limitante tecnológica cumpliendo con los objetivos planteados en el 2007.

La creación del Banco Nacional de ADN Genómico Forestal permitirá dar soporte en eventuales consultas de trazabilidad. Adicionalmente, representa un insumo clave a la hora de profundizar la investigación en biotecnología forestal. Este banco servirá de base para la elaboración de los futuros proyectos en biotecnología forestal consolidando esta línea de investigación.

A su vez, permitirá potenciar los programas de mejoramiento genético con la utilización de técnicas moleculares, asociadas a registros genotípicos y fenotípicos para desarrollar técnicas de selección asistida por marcadores.

AGRADECIMIENTOS

A las empresas UPM Forestal Oriental, Weyerheuser, Montes del Plata y Sierras Calmas por el gran apoyo

brindado durante la ejecución de este emprendimiento. A nivel personal, el agradecimiento a Ricardo Methol, Carmelo Centurión, Juan Pedro Posse, Paola Molina, Francisco Ferreira, Mónica Heberling y Juan McGregor por su colaboración en la operativa de las prospecciones y colecta de materiales tanto en vivero como a campo.

BIBLIOGRAFÍA

Assis-Faria D, Mamani E, Pappas M, Pappas G, Grattapaglia D. 2011. «A Selected Set of EST-Derived Microsatellites, Polymorphic and Transferable across 6 Species of Eucalyptus». *Journal of Heredity* 101 (4) (Julio 1): 512 -520.

Bieber, Frederick R., Charles H. Brenner, y David Lazer. 2006. «Finding Criminals Through DNA of Their Relatives». *Science* 312 (5778) (Junio 2): 1315 -1316.

Brondani, R. P.V, E. R Williams, C. Brondani, y D. Grattapaglia. 2006. «A microsatellite-based consensus linkage map for species of Eucalyptus and a novel set of 230 microsatellite markers for the genus». *BMC Plant Biology* 6 (1): 20.

Dalla Rizza, M, J Silva, O Ravagnolo, L Kelly, y F Montossi. 2010. «INIA y ARU crean Banco Nacional de ADN Genómico: un hito histórico en la mejora genética animal del Uruguay». *Revista INIA.* 21; 55-56.

De-Lucas, A. I., J. C. Santana, P. Recio, y E. Hidalgo. 2008. «SSR-based tool for identification and certification of commercial Populus clones in Spain.» *Annals of Forest Science* 65 (1): article 107.

Grattapaglia, D & Kirst, M. 2008. «Eucalyptus applied genomics: from gene sequences to breeding tools». *New Phytologist* 179 (4): 911-929. doi:10.1111/j.1469-8137.2008.02503.x.

Jeffreys, Alec J., Victoria Wilson, y Swee Lay Thein. 1985. «Hypervariable /'minisatellite/' regions in human DNA». *Nature* 314 (6006) (Marzo 7): 67-73. doi:10.1038/314067a0.

Kirst, M., C. M. Cordeiro, G. D. S. P. Rezende, y D. Grattapaglia. 2005. «Power of Microsatellite Markers for Fingerprinting and Parentage Analysis in Eucalyptus grandis Breeding Populations». *Journal of Heredity* 96 (2): 161 -166. doi:10.1093/jhered/esi023.

Sansaloni, Carolina P. 2008. *Desenvolvimento, Caracterizacao e mapeamento de microssatélites tetra y mentanucleotidos em Eucalyptus ssp.* Brasilia: Universidade de Brasilia. http://www.macrogen.com/eng/macrogen/macrogen_main.jsp.

Torres-Dini D, Bennadji Z, Cantero G, Lemos J, y Trujillo I. 2008. «Identificación de Genotipos de Eucalyptus Grandis Mediante Marcadores Microsatélites». *Revista INIA,* Diciembre.

Torres-Dini D, Bennadji Z, Lima-Aliano L, Nikichuk N, Resquin F, y Balmelli G. 2011A «Selection of SSR markers for population studies in Eucalyptus globulus seed orchards». *BMC Proceedings* 5 (Suppl 7): P58. doi:10.1186/1753-6561-5-S7-P59.

Torres-Dini, D, Bennadji Z, Cabrera M, Centurión C, Resquin F, y Balmelli G. 2011B. «Use of SSR-Tools for clone certification in Uruguayan Eucalyptus grandis and Eucalyptus dunnii breeding programs». *BMC Proceedings* 5 (Suppl 7): P58. doi:10.1186/1753-6561-5-S7-P58.

Wagner, H. W., y K. M. Sefc. 1999. «Identity 1.0: software for the analysis of microsatellite data». Vienna: University of Agricultural Sciences.

EVALUANDO LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA DE LAS AGROENERGÍAS



BQ. (Dr.) Leonidas Carrasco-Letelier ¹
 Q.F. (PhD) Daniel Vázquez ²
 Ing. Agr. (MSc) Fernando Resquín ³
 Ing. Agr. Cecilia Rachid ³
 Ing. Agr. Federico D' Ottone ¹
 Ing. Agr. (PhD) José Terra ¹
 Ing. For. (Dr.) Roberto Scoz ³
 Ing. Agr. (PhD) Francisco Vilaró ⁴
 Ing. Agr. (MSc) Rodrigo Saldías ⁵
 Ing. Agr. Olga Otegui ⁶
 Ing. Agr. Gonzalo Souto ⁷

¹ Programa Nacional de Investigación Producción y Sustentabilidad Ambiental

² Programa Nacional de Investigación Cultivos de Secano

³ Programa Nacional de Investigación Producción Forestal

⁴ Programa Nacional de Investigación Producción Hortícola

⁵ Dirección Nacional, INIA.

⁶ Asesor en Energías Renovables, DNE, MIEM

⁷ OPYPA, MGAP

INTRODUCCIÓN

La nueva política energética 2005-2030 plantea la necesidad de una diversificación de la matriz energética, para la reducción de costos y de nuestra dependencia del petróleo. Este es un objetivo con metas de corto (2015), mediano (2020) y largo plazo (2030), que deben basarse en la promoción de las energías renovables no tradicionales (biomasa y biocombustibles), garantizando la sostenibilidad ambiental. En este marco se ha planteado que, para el 2015, el 50% de la matriz primaria de energía provenga de fuentes autóctonas renovables (Figura 1).

En este grupo de las energías renovables a desarrollar, o en desarrollo, se destacan dos fuentes energéticas vinculadas a la producción agropecuaria nacional: biocombustibles y biomasa, las cuales en adelante se denominarán genéricamente como agroenergías, ya que todas dependen de una fase agrícola para su generación. Ejemplo de esto es la generación de los biocombustibles líquidos como el bioetanol, basado en procesos de fermentación de carbohidratos simples provenientes de la caña de azúcar (ej. Brasil, ALUR), o de cereales (ej. EEUU con el maíz) y el biodiesel obtenido por la trans-esterificación de aceites vegetales (ej. girasol, colza). En forma complementaria, lo denominado genéricamente como biomasa corresponde a material vegetal, o derivados de estos, cuya combustión permite

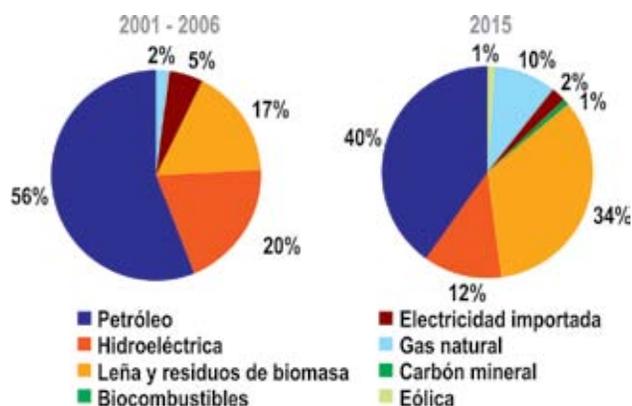


Figura 1 - Valores medios de la matriz energética primaria uruguaya para el período 2001- 2006, y los objetivos planteados para el 2015.

obtener energía calórica, que puede ser transformada a energía eléctrica en plantas termoeléctricas.

En el caso de Uruguay actualmente se emplean: el licor negro, residuo de la producción de celulosa Kraft, la cáscara de arroz, chips de madera y residuos de madera y el bagazo, desecho de la industrialización de la caña de azúcar. Éstas son biomásas empleadas en plantas termoeléctricas como Fenirol (Tacuarembó), Ponlar (Rivera) y la planta de co-generación de UPM (Fray Bentos).

De todas formas, existen factores tecnológicos aun no resueltos, tanto en la fase agrícola, como de ingeniería química. Un claro ejemplo de esto se observa en la transformación de biomásas lignocelulósicas; donde aun no se ha definido cual será la tecnología más adecuada para generar el alcohol celulósico.

Deben establecerse opciones de los procesos de ingeniería química que son directamente afectadas por el

Cuadro 1 - Rendimiento de cultivos expresada como materia seca por hectárea resultados en Uruguay. (*: cultivos que INIA ha seleccionado como primer grupo de interés para su estudio de balance energético en Uruguay)

Especie vegetal	Materia seca (ton/ha)	Bioetanol (L/ha)	Biodiesel (L/ha)
Caña de azúcar		6500 ⁽³⁾	
Sorgo dulce*		5000 ⁽⁴⁾	
Grano de sorgo*		2500 ⁽⁵⁾	
<i>Eucalyptus</i> spp.*	10 a 15 ⁽¹⁾ (residuos forestales de tala rasa a los 12 años)	9714 ⁽³⁾	
<i>Eucalyptus</i> spp.*	40 a 50 ⁽²⁾ (f. energética)		
<i>Pinus</i> spp.*	25 a 30 ⁽¹⁾ (residuos forestales de segundo raleo a los 13 años)		
Girasol			915 ⁽⁵⁾
Soja			400 ⁽⁵⁾

(1) Fuente: INIA, datos no publicados. (2) Fuente: Dias Muller y Couto, 2006; Valeri *et al.*, 1997. (3) Fuente: Alur 2011. (4) Fuente: INIA, Fassio *et al.* 2011. (5) Fuente: Informe biocombustibles s/p.

desarrollo y optimización tecnológica de la fase agrícola, que define la calidad de la biomasa a convertir en biocombustibles líquidos.

LA NECESIDAD DE DEFINIR LOS LÍMITES DE LAS AGROENERGÍAS

La oferta tecnológica para el desarrollo de agroenergía es muy amplia y variada, ya sea para combustibles de primera o segunda generación. Claramente, en nuestro caso la opción que se deba tomar estará limitada por la aptitud y capacidad de los agro-ecosistemas nacionales, y de las capacidades técnicas existentes en el país. Este último aspecto es altamente relevante en la fase industrial de los biocombustibles de segunda generación, los que normalmente están basados en procesos de catálisis resguardados por patentes industriales. De ahí, la relevancia de poder asegurar en primera instancia una adecuada evaluación de las opciones y características de la fase agrícola requerida en cada caso.

En resumen, el uso de agroenergías se basa en el aprovechamiento de la energía solar capturada por el proceso de fotosíntesis en los tejidos vegetales, bajo la forma de hidratos de carbono, aceites, celulosa y lignina. Esta situación ocurre cuando las condiciones ecosistémicas (calidad del suelo, suministro de agua, nutrientes, temperatura) permiten el desarrollo vegetal. Aquí es donde la calificación antropocéntrica de "residuo agrícola" debe ser manejada con cuidado, ya que normalmente estos elementos desempeñan un rol importante en el reciclaje de nutrientes de ecosistemas y agro-ecosistemas.



En este sentido, es relevante responder, tanto para biomasa como para biocombustibles, algunas preguntas centrales:

- (1) ¿cuales son los cultivos de interés para Uruguay, y en que condiciones?,
- (2) ¿cual de las cadenas agroindustriales presenta un balance global energético positivo?,
- (3) ¿cual es la cadena agroindustrial con menor impacto ambiental y la de mayor sostenibilidad ambiental?, y
- (4) ¿cuales de las cadenas agroindustriales posibles presentarían un balance económico positivo?

CULTIVOS DE INTERÉS AGROENERGÉTICO PARA URUGUAY

En relación a la primera interrogante planteada, se ha identificado un primer grupo de cultivos agrícolas que potencialmente podrían ser de interés para producción de biomasa y/o biocombustibles, por su rendimiento y/o por la existencia de suelos con aptitud para estos cultivos en el país.

El primer grupo identificado como bases potenciales de cadenas agroindustriales para biocombustibles y/o biomasa son: productos derivados de la producción de madera/celulosa, grano de sorgo, caña de azúcar, sorgo dulce y boniato. Otras alternativas pueden ser probadas en el país y algunas se encuentran en fases iniciales.

BALANCE GLOBAL ENERGÉTICO Y BALANCE AMBIENTAL

En relación a los primeros cultivos identificados por el grupo de trabajo, es necesario tener una metodología de evaluación holística e integrada de cada cadena agroindustrial factible (biomasa y/o biocombustible).

Objetivos como el balance energético, huella de carbono y huella del agua son aspectos relevantes de cada cadena agroindustrial potencial, porque además de ser cada cadena una solución potencial para reducir la dependencia del petróleo, deben ser compatibles con criterios ambientales internacionales (por ejemplo: baja emisión de gases de efecto invernadero y uso eficiente del agua).

Ante este desafío, metodológicamente, la estrategia más adecuada es el Análisis de Ciclo de Vida de las cadenas agroindustriales, ya que permite la integración de evaluaciones desde diferentes aspectos de una cadena de producción (emisión de gases de efecto invernadero, uso del agua en términos de calidad/cantidad, pérdida de biodiversidad, carga de xenobióticos, etc.), por unidad funcional de trabajo (kg de grano, litros de combustible, kg de materia seca).



Por otro lado, las ventajas de esta metodología tiene como limitante la información requerida (bases de datos, estadísticas de insumos, productos y evaluaciones específicas de pesticidas, biodiversidad, lixiviación de fertilizantes, erosión, etc.). Un problema que se podría enfrentar mediante modelos de simulación, sin embargo al no tener ninguno de estos calibrados para el país, su uso no asegura una buena aproximación para nuestras condiciones.

Actualmente resulta difícil ejecutar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de una cadena agroindustrial en Uruguay, pues aunque existe información sobre los agroecosistemas, ésta es parcial o debe ser organizada; y en el caso de los ecosistemas alterados por la actividad agropecuaria, la información es escasa y dispersa. Esto se debe principalmente a que los estudios requeridos sobre los sistemas ambientales o eco-regiones nacionales (calidad de aguas superficiales, biodiversidad, desarrollo de indicadores de calidad ambiental, etc.) han sido históricamente focalizados en zonas cercanas a los centros turísticos de la zona costera Atlántica y a Montevideo. Esta es la razón por la cual INIA, en alianza con otras instituciones nacionales, desde hace cinco años ha iniciado el desarrollo de la información faltante de los ecosistemas de interés a escala predial y de cuencas.

Por este motivo se plantea una aproximación inicial a una evaluación mediante ACV de las potenciales cadenas agroindustriales para agroenergías basadas en boniato, grano de sorgo, sorgo dulce y productos derivados de la producción de madera/celulosa. Se propone un ACV parcial enfocado en tres objetivos, dada la urgencia planteada por la nueva política nacional de energía:

- formación de una red/plataforma de investigación para la ejecución de ACV de cadenas agroindustriales de agroenergías.

- definición de los componentes y procesos a ser considerados en un ACV de cadenas agroindustriales.
- evaluación de un ACV energético de las cadenas agroindustriales inicialmente identificadas.

PRIMERA APROXIMACIÓN: ACV ENERGÉTICO

Un ACV energético corresponde a un balance energético entre la energía consumida y la generada por toda una cadena agroindustrial. En inglés también se denomina EROI (energy returned on energy invested) energía obtenida sobre la energía invertida. Si bien posee el sesgo de no considerar huella de carbono, huella del agua y otros aspectos, permite identificar primariamente aquellas cadenas agroindustriales de agroenergías que deberían poseer estudios de ACV más completos, en la medida que la información para Uruguay sea disponible.

Este objetivo de corto plazo permitirá sistematizar la información y lograr dos productos: (1) definir cual es el balance neto de energía (energía consumida – energía producida), (2) energía neta producida, pudiéndose además identificar en forma objetiva las etapas de mayor demanda energética de cada cadena, y/o con problemas/oportunidades que puedan ser resueltas mediante la investigación nacional.

PROYECTO ACV ENERGÉTICO Y LA ALIANZA DE ENERGÍA Y CLIMA PARA LAS AMÉRICAS

La propuesta mencionada de ACV energético de INIA en colaboración con MIEM y MGAP, ha logrado una financiación de la Alianza de Energía y Clima de las Américas (ECPA) para ejecutar un proyecto demostrativo denominado "Evaluación de la sostenibilidad de cadenas agroindustriales potenciales" en el marco de las iniciativas para promover la generación de energía renovable a partir de la biomasa de ECPA.

Este proyecto prevé la evaluación de las cadenas agroindustriales de sorgo en grano, sorgo dulce, boniato y productos derivados de la producción de madera/celulosa. Este proyecto demostrativo, iniciado en junio 2011, está siendo liderado por un equipo multidisciplinario de investigadores de INIA, y posee como contraparte a especialistas en agroenergías del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).

En el marco de este proyecto demostrativo, se desarrolló entre los días 12 al 16 de setiembre un taller de trabajo, con la participación de los investigadores de USDA/ARS Dres. David Archer y Kevin Hicks, con el objetivo de definir estrategias de ACV energético propuestas por el proyecto demostrativo ECPA, y establecer alianzas con investigadores nacionales, tanto para aspectos metodológicos de la propuesta del proyecto, como para buscar instancias de cooperación específica, vinculadas al trabajo central del proyecto ECPA.

Participaron de este taller de trabajo instituciones públicas (INIA, UdelaR, LATU, DNE, MGAP, ALUR, ANCAP, PROBIO) y privadas (FOSA, Weyerhaeuser, Montes del Plata, COPAGRAN, ACICHAN, AKUO).

CONSIDERACIONES FINALES

El taller realizado definió claramente que la estrategia planteada por INIA, de un ACV energético de las agroenergías, es un insumo necesario para evitar generar escenarios productivos inviables, como ha sido el caso de la producción de biodiesel en muchas regiones del mundo.

Además, el proyecto demostrativo asegura una primera instancia de evaluación por ACV, que posibilitará sugerencias con menor incertidumbre que la actual sobre el desarrollo de las agroenergías nacionales.

Sin embargo, quedarán preguntas importantes a responder con posterioridad, referidas al balance económico de las cadenas agroindustriales para agroenergías, y el determinar hasta qué punto es posible retirar residuos de biomasa de un cultivo sin reposición, sin que esto se convierta en una amenaza para la sostenibilidad del suelo (carbono orgánico del suelo, nutrientes, estructura), o de otros compartimientos ambientales (recursos naturales, calidad del agua).

Por esto, como fue reiteradamente establecido durante la reunión, dada la envergadura y la complejidad de los objetivos complementarios en el desarrollo de agroenergías, el proyecto demostrativo ECPA es sólo el inicio de un trabajo sistemático, que debe enriquecerse mediante la cooperación en investigación con organismos nacionales y extranjeros.



CONGRESO IUFRO



Entre el 8 y el 11 de noviembre pasados se celebró por primera vez en Uruguay, en la ciudad de Colonia, el congreso IUFRO (Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal - por su sigla en inglés).

Bajo el título "Forest Health Joint Meeting, Pathogens, insects and their associations affecting forestry worldwide", se convocó a través de las divisiones temáticas 7.02 (Fitopatología) y 7.03 (Entomología) de IUFRO a científicos de todo el mundo que se especializan en sus investigaciones en estudiar plagas y enfermedades forestales.

Asimismo se buscó diseñar un programa de especial interés no sólo para la comunidad científica sino también para el sector productivo.

La convocatoria reunió a más de 100 científicos de 25 países quienes recibieron en la sede del evento las palabras de bienvenida del Dr Roberto Scoz (Director del Programa Forestal de INIA y responsable del congreso), del Dr Mike Wingfield (vicepresidente de IUFRO), del Ing. Enzo Benech (Presidente de INIA), del Dr Gregory Randall (Prorector de Investigación de la UdelaR), del Ing Pedro Soust (Director General Forestal) y del Lic Diego Mora (Presidente de la SPF).

La coordinación técnica estuvo a cargo del Dr. Guillermo Pérez.

Dentro de las áreas de trabajo tratadas durante la conferencia, se destacan:

- Plagas y enfermedades emergentes en nuevas áreas, vías de invasión, vigilancia y seguimiento.

- Oportunidades para el control biológico de plagas.

- Manejo de plagas y enfermedades en bosques nativos y plantaciones comerciales.

- Interacciones multitróficas – Ecología Química en los insectos.

- Biodiversidad – Novedades taxonómicas.

Como es habitual en este tipo de congresos, se realizó una gira a campo que permitió a muchos visitantes tener por primera vez, y de primera mano, contacto con el quehacer forestal de Uruguay.

Se visitaron plantaciones de pino y eucalipto de las empresas Arazatí S.A., UPM Forestal Oriental y Montes del Plata, todas en predios del suroeste del país.

El Comité Organizador y el Comité Científico estuvieron conformados por científicos de INIA, de la UdelaR como así también de Instituciones académicas de otros países afiliadas a IUFRO.

El actual vicepresidente de IUFRO Dr. Mike Wingfield destacó en la clausura del evento la excelente organización, convocatoria y calidad de los trabajos presentados, alentando a seguir aunando esfuerzos para organizar nuevos eventos científicos en el Cono Sur.

La motivación de asumir este desafío se condice con el fuerte desarrollo del sector forestal en el país, la importancia que adquieren día a día los ecosistemas boscosos en el mundo y el rol de la Protección Forestal dentro de dichos ecosistemas para todas las regiones que aprovechan el recurso en sus múltiples usos.

A su vez, se considera valioso dar visibilidad al esfuerzo de muchos investigadores por entender la dinámica de insectos y patógenos generando conocimiento y buscando en su labor diaria alternativas de control y manejo.

Todos los resúmenes y detalles del congreso están disponibles en la página web. www.iufrouuguay2011.org.

GIRA OFICIAL A EEUU

Durante la primera semana de noviembre, en el marco del TIFA, se realizó una gira oficial de negociaciones con Estados Unidos encabezada por el Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca, Tabaré Aguerre.

La delegación estuvo integrada por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Ministerio de Relaciones Exteriores, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Administración Nacional de Puertos, Uruguay XXI y el sector privado cítrico.

En el marco de la gira, la delegación mantuvo reuniones con Cámaras Empresariales y Cámaras de Comercio, en el estado de Minnesota. Se realizó una visita a la Universidad, participando de una conferencia sobre "Energías alternativas". Además, se realizaron gestiones con los Servicios de Sanidad de Estados Unidos, visitando puertos y operadores portuarios. Los integrantes de la delegación se reunieron también con los rectores de logística del puerto de Filadelfia, el más importante de la costa este, donde se observaron posibilidades para el acceso de cítricos uruguayos, como también de otros productos.

Como resultado de la gira, antes de fin de año, Estados Unidos publicará la norma en consulta pública que habilitará el ingreso de citrus uruguayo a ese mercado y a mediados de 2012 estarían entrando los primeros embarques a ese país.

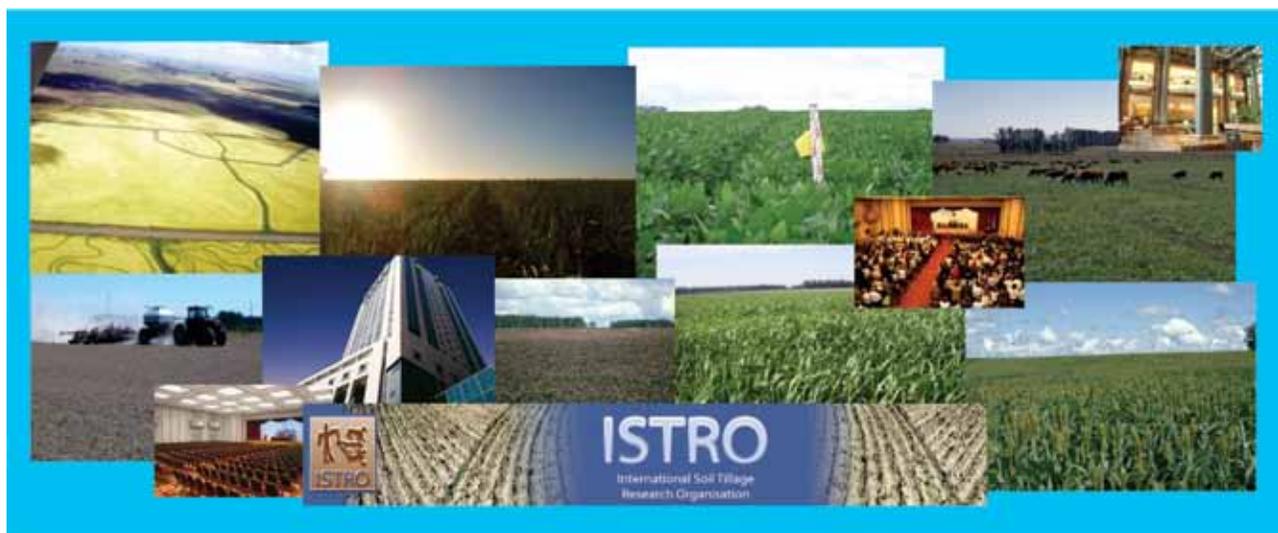
"Desde el principio de esta administración es el segundo viaje a EEUU por este tema, y ahora venimos con esta buena noticia. Esto es muy importante porque acceder a un mercado de ese volumen implica acceder a mejores precios y a la posibilidad de producir más volumen. Uruguay tiene una capacidad de producción de alimentos muchas veces superior a las necesidades de su población, y uno de los principales roles de un gobierno es generar condiciones para que en su país, expresado en su gente, en sus recursos naturales y en su trayectoria como país productivo agropecuario, se transformen en oportunidades de trabajo que en definitiva es lo que más importa", puntualizó Aguerre.

El sector cítrico en nuestro país ocupa a quince mil personas, y exporta el 50% de su producción por un total de 100 millones de dólares. Es, además, uno de los pocos rubros agropecuarios que no ha aumentado de valor en los últimos años y es muy dependiente de la exportación. Tiene como mercado más importante al europeo por lo que acceder al mercado norteamericano sería estratégico.

Por otra parte, en los contactos con autoridades de gobierno y portuarias, así como también con cámaras empresariales y de comercio de EEUU, se observó también un fuerte interés por desarrollar inversiones en América Latina y en particular en Uruguay, reveló el Presidente de INIA, Enzo Benech.



CONFERENCIA TRIANUAL DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN MANEJO Y LABOREO DE SUELOS



COMISIÓN ORGANIZADORA *

En 2012 Uruguay será sede de la 19ª Conferencia Trianual de la Organización Internacional de Investigación en Manejo y Laboreo de Suelos (ISTRO: International Soil Tillage Research Organization) que se realizará simultáneamente con la 4ª reunión de la Sociedad Uruguaya de la Ciencia del Suelo (SUCS).

La ISTRO (<http://www.istro.org/>) fue fundada en 1973 y es una organización científica y de educación corporativa internacional, sin fines de lucro, registrada en Holanda. Su misión es: 1) Promover el contacto e intercambio científico entre investigadores de uso y manejo de suelos y su relación con el ambiente, el uso de la tierra y la producción de cultivos; 2) Estimular la investigación científica en estas áreas; 3) Promover la aplicación de los resultados científicos a nivel productivo en diferentes partes del mundo. Entre sus actividades más relevantes se incluyen el patrocinio de una conferencia internacional cada tres años en manejo y laboreo de suelos, la coorganización de talleres, excursiones y demostraciones, el patrocinio de reuniones de grupos de trabajo o ramas nacionales, la cooperación con organizaciones con propósitos similares y

el soporte científico al Journal Soil & Tillage Research además de otras publicaciones relacionadas a las conferencias y reuniones.

La conferencia de 2012 será la primera en Latinoamérica y será organizada en forma conjunta por la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), la Sociedad Uruguaya de la Ciencia del Suelo y la Rama Uruguaya de la ISTRO. El evento cuenta con el coauspicio de la Universidad de Buenos Aires de Argentina, la Sociedad Argentina de la Ciencia del Suelo, la Universidad Federal de Santa María en Brasil y el International Plant Nutrition Institute (IPNI). El Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca ha respaldado desde 2004 la candidatura de Uruguay para la organización del evento y en noviembre de 2011 lo declaró de interés ministerial, considerando la alta prioridad que se ha dado a la conservación y manejo de suelos desde dicha cartera de estado.

El MERCOSUR es una de las principales regiones agropecuarias del mundo y la principal reserva de tierras agrícolas para sostener la creciente demanda mundial de alimentos.

En la última década han ocurrido importantes cambios en el uso de la tierra estimulados por los buenos precios de los productos agropecuarios. Estos cambios en los escenarios de precios, junto con políticas regionales, han determinado un sólido crecimiento de algunos rubros, un aumento de la intensidad del uso del suelo y de la productividad.

En este sentido, la agricultura ha tenido un fuerte proceso de intensificación y expansión, caracterizado por la consolidación de tecnologías de producción como la siembra directa, los cultivos transgénicos y el creciente interés en la agricultura de precisión. Por otro lado, el cambio del uso de la tierra (forestación-pasturas-cultivos), la reducción de los sistemas mixtos, la intensificación de la rotación agrícola y el predominio de la soja en la secuencia plantea interrogantes respecto a la sostenibilidad productiva, ambiental y económica de estos nuevos sistemas, en un escenario de creciente cambio climático y vulnerabilidad de los mismos.

La nueva visión de la ISTRO es que si bien el laboreo (en sentido amplio) y el manejo del suelo son variables de alto impacto en la producción y calidad del suelo, en el corto y en el largo plazo, es necesario incorporar impactos económicos y ambientales, lo que promueve un nuevo enfoque del tema y la necesidad de re-examinar las tecnologías actuales.

El objetivo del comité organizador de la conferencia es compartir el estado del arte en manejo y laboreo de suelos en el mundo y sus impactos ambientales y productivos en un escenario de cambio climático, promoviendo una alta participación de investigadores del MERCOSUR y de otras regiones del mundo. Por otro lado, desde la SUCS se busca lograr una alta participación de técnicos asesores de empresas y productores de la región, para discutir las aplicaciones de los avances científicos y tecnológicos en manejo y laboreo de suelos a nivel productivo.

La conferencia se desarrollará en el hotel Radisson de Montevideo entre el 24 y 28 de setiembre de 2012 y convocará a destacados investigadores en ciencias del suelo y su manejo, de diversas universidades y centros de investigación, provenientes desde todo el mundo. La misma consistirá en 4 días de presentaciones y conferencias plenarias y un día de campo visitando sitios experimentales y productivos en el litoral del país. Las exposiciones se realizarán en 3 salas simultáneas con presentaciones orales, con traducción simultánea, exhibiciones de posters, y un workshop en español liderado por la SUCS con un perfil más tecnológico.

Además, para aquellos interesados, en la semana previa y posterior a la conferencia se organizarán tours técnicos visitando algunas regiones y sistemas productivos relevantes de Argentina, Uruguay y Brasil.

La conferencia estará organizada en las siguientes áreas temáticas:

1) Dinámica de las propiedades del suelo

- 1a. Laboreo y física de suelos
- 1b. Laboreo y química de suelos
- 1c. Laboreo y biología de suelos

2) Desarrollando y modelando el laboreo y la tracción

3) Laboreo, agrosistema y ambiente

3a. Laboreo y manejo de suelos en sistemas de producción sostenibles (agrícolas, forestales, hortícolas, agrícola-ganaderos).

3b. Agricultura de precisión.

3c. Secuestro de Carbono y Emisión de Gases Efecto Invernadero.

Como conferencistas invitados han confirmado su participación, entre otros, el Dr. Richard M. Cruse (Iowa State Univ., USA), el Dr. Alan J. Franzluebbers (USDA, USA), el Dr. Roberto Alvarez (UBA, Argentina), el Dr. Rainer Horn (Univ. Kiel, Alemania), el Dr. Blair McKenzie (J.Hutton Inst, UK), el Dr. Douglas Karlen (USDA, USA), el Dr. Daniel Rodriguez (Univ. Queensland, Australia), el Dr. Miguel Reichert (Univ. Fed. Sta Maria, Brasil) y el Dr. Steve Phillips (IPNI, USA).

Se promueve una alta participación de los estudiantes de posgrado, técnicos e investigadores de Uruguay con trabajos técnico-científicos. Hasta fines de enero se podrán enviar resúmenes de los trabajos completos a presentar en la conferencia, los que serán recibidos hasta fines de marzo.

Por más información y detalles sobre el evento (resúmenes, artículos, expositores, reservas hotel, registros) recomendamos visitar el sitio web (<http://www.congresos-rohr.com/istro2012/>) y ponerse en contacto con la organización.

* Oswaldo Ernst, Presidente ISTRO, Facultad de Agronomía. José Terra, Presidente ISTRO Uruguay, INIA. Mario Pérez Bidegain, Presidente SUCS, Facultad de Agronomía. Guillermo Siri Prieto, ISTRO Uruguay, Facultad de Agronomía. Patricia Barreto, Facultad de Agronomía. Marcelo Ferrando, Facultad de Agronomía. Leticia Martínez, Facultad de Agronomía. Sebastian Mazzilli, Facultad de Agronomía. Javier Coitiño, Facultad de Agronomía. Andrés Quinke, INIA. Agustín Núñez, INIA.

PROYECTO IBEROVINO



El pasado mes de noviembre el Uruguay fue sede, y el INIA anfitrión, de un encuentro de trabajo orientado al lanzamiento de un programa internacional que busca que los pequeños productores rurales familiares puedan encontrar nuevas oportunidades en la explotación del ovino en pequeña escala, contribuyendo a la permanencia o inserción en las zonas rurales. Para ello, el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) aprobó este año la financiación del proyecto de Desarrollo y Transferencia de Tecnología para la producción ovina en pequeña y mediana escala en Iberoamérica (Iberovino) coordinado por el ingeniero agrónomo Andrés Ganzábal, de INIA Las Brujas. Participan, a su vez, de estos proyectos investigadores de Argentina, Brasil, Paraguay, Chile, Cuba, España, México, Portugal y Uruguay. En el caso de nuestro país, además de INIA, participan la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL).

El objetivo general del proyecto es el de fomentar la competitividad en los sistemas de producción ovina en pequeña escala, a través de la generación de oportunidades para pequeños y medianos productores rurales familiares de Iberoamérica, poniendo a su disposición un conjunto de soluciones integrales relacionadas a la crianza de ovinos, capaces de viabilizar los escenarios o entornos tecnológicos, culturales y comerciales.

Los objetivos específicos abarcan diferentes puntos:

- Adaptación de tecnología de producción intensiva disponible a la pequeña escala que permita aumentar gradualmente la cantidad de animales. Para esto, uno de los factores tecnológicos más importantes es el uso de materiales genéticos capaces de potenciar la producción de estos sistemas, como los biotipos maternos (con alta tasa ovulatoria, alta prolificidad, alta habilidad materna y producción de leche) y los biotipos termina-

les (razas carniceras), enfatizando en la utilización de esquemas pastoriles intensivos.

- Desarrollar estrategias de transferencia tecnológica asociada a facilitar la inversión inicial y disminuir los riesgos de productores. Se busca que éstos puedan, a través de mínimas inversiones y la colaboración de su entorno social, insertarse en la actividad rural. Un ejemplo de este tipo de estrategias es el mecanismo de préstamo de ovinos, donde quien lo recibe se compromete a devolver 1,2 corderas por cada vientre recibido en un plazo no mayor a seis años.
- Contribuir al desarrollo de esquemas organizacionales trabajando sobre escenarios culturales, sociales y logísticos. Para cumplir con dicha meta se busca fomentar capacitaciones en diversas actividades afines con el objetivo de lograr una modernización en la crianza de lanares.
- Desarrollar estrategias de control de predadores como el jabalí, puma, zorros, perros, aves de rapiña, etc., que configuran pérdidas importantes para los productores.
- Desarrollar nuevos productos asociándolos a nuevas estrategias de comercialización.

Para conseguir los diferentes objetivos se plantea, desde el programa, la necesidad de trabajar a través de grupos disciplinarios o temáticos de intercambio. Además, se propone la creación de tres diferentes foros en la Web del proyecto, el foro de coordinación (Coordinador del proyecto y un representante de cada grupo), foros disciplinarios (uno para cada disciplina) y un foro plenario.

Paralelamente, se realizarán reuniones anuales en las cuales se trabajará en modalidad de talleres. Éstos tienen por un lado la finalidad de identificar la información científica disponible y los avances por cada grupo en



los diferentes temas relacionados a los objetivos específicos, y por otra parte realizar talleres abiertos a la comunidad donde se pueda analizar las experiencias exitosas a nivel comercial.

La información generada durante años de investigación en sistemas intensivos de cría de ovinos en Uruguay y en los otros países participantes, estará disponible en la página Web www.iberovinos.com, en la que participan 18 grupos de nueve países totalizando más de 120 especialistas en las diferentes disciplinas relacionadas a la producción ovina en pequeña escala.



NUEVO SERVICIO DE INIA A LA CADENA ARROCERA: DETECCIÓN OPORTUNA DE MUTACIONES DE RESISTENCIA A IMIDAZOLINONAS EN ARROZ ROJO



La tecnología Clearfield® es el único recurso disponible (no transgénico) para el combate químico eficiente del arroz rojo en campos con infestación severa. El Sistema de Producción Clearfield® de Arroz (BASF) combina herbicidas de acción total de la familia imidazolinonas (IMI) con cultivares de arroz con mutaciones que los hacen resistentes a los mismos. El área que utiliza esta tecnología ha crecido exponencialmente desde su liberación en 2009, pasando de 4800 hectáreas (ha) a 13000 ha para la zafra actual.

La utilidad del sistema Clearfield en arroz puede verse limitada por el escape de mutaciones de resistencia a IMI desde los cultivares resistentes hacia el arroz rojo, que puede producirse por cruzamientos naturales. Estudios de campo en nuestro país, realizados por INIA, demostraron la presencia de plantas de arroz rojo con mutaciones de resistencia a IMI en situaciones en las que no se siguieron estrictamente las recomendaciones de manejo del fabricante.

Nuestro país tiene en este momento el desafío y la oportunidad de no transitar por una experiencia similar

a la de Rio Grande do Sul (Brasil), donde el manejo inadecuado generó la proliferación y dispersión de arroz rojo resistente a IMI.

Para minimizar el riesgo de aparición de arroz rojo resistente a IMI es esencial seguir las recomendaciones del fabricante, utilizar exclusivamente semilla certificada y herbicidas que éste provee. Diversos factores pueden llevar al incumplimiento de estas recomendaciones, favoreciendo la aparición de plantas de arroz rojo resistentes. Para identificar estas situaciones es necesario poder diferenciar las malezas con mutaciones de resistencia de aquellas que escaparon al control por fallas en el manejo del herbicida. Sólo con una identificación oportuna de estas situaciones de riesgo podrán implementarse medidas eficaces para impedir la dispersión y multiplicación de malezas resistentes.

Es en este marco que INIA pone a disposición de la cadena agroindustrial arrocera el Servicio de Detección de Arroz Rojo Resistente a Imidazolinonas. El Servicio cuenta con la co-financiación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), mediante su programa de Fortalecimiento de Servicios Científico-Tecnológicos.

El monitoreo y la captación de muestras en chacras bajo el sistema Clearfield son realizados por SOLARIS Tecnología Agrícola S.A., distribuidora exclusiva de los productos Clearfield. Las plantas de arroz rojo son analizadas por el Laboratorio de Biotecnología de INIA Treinta y Tres (Programa Arroz).

Las muestras también pueden ser enviadas por productores, técnicos asesores o demás usuarios de la tecnología con interés en conocer el estado de las poblaciones de arroz rojo en sus chacras. Los métodos moleculares optimizados por el Laboratorio permiten la detección de mutaciones de resistencia a IMI en pocos días y a un costo muy accesible. De esta manera el servicio contribuye, junto con las tareas de monitoreo y difusión de buenas prácticas de manejo de la tecnología Clearfield, a prolongar la vida útil de esta herramienta para el combate eficiente del arroz rojo.

Información de contacto para uso del Servicio:

Lic. MSc. Juan Rosas
Laboratorio de Biotecnología, Programa Nacional de Arroz, INIA Treinta y Tres
Ruta 8 km 281 - Treinta y Tres, CP 33000
Tel: 44522023 / 44525704, int. 1246
Email: jrosas@tyt.inia.org.uy

EL PROGRAMA NACIONAL DE ARROZ DE INIA RECIBIÓ IMPORTANTE DISTINCIÓN



El pasado mes de noviembre, en la ciudad de Minas, se llevó a cabo la 17ª Entrega de los Premios Morosoli de la cultura uruguaya “Fundación Lolita Rubial”. En dicha oportunidad el Programa Nacional de Arroz de INIA fue galardonado con el Premio Morosoli Institucional en forma conjunta con la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) y la Gremial de Molinos Arroceros (GMA).

En la nota enviada, comunicando la nominación para dicho premio se destaca lo siguiente:

“Entre los emprendimientos a distinguir se encuentran la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), la Gremial de Molinos Arroceros (GMA) y el Programa Arroz de INIA, por ser actores relevantes en la integración de toda la cadena arrocerá permitiéndole al sector tener un desarrollo con crecimiento sostenido y ordenado, con el fin común de la mejora permanente de todos los involucrados.

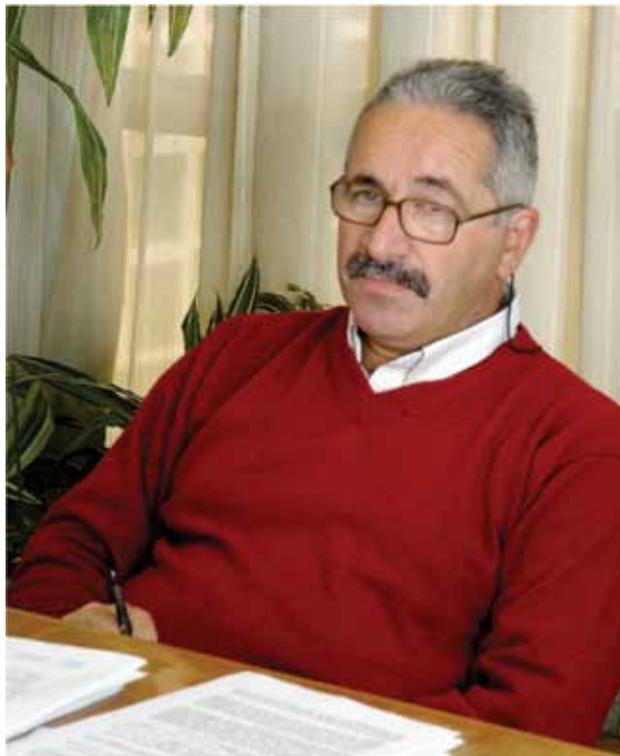
Por defender y fomentar el cultivo y las industrias derivadas, negociando la fijación de un precio único, definiendo las variedades de arroz a sembrar como resultado de una investigación nacional y una política de semillas utilizando sólo categorías certificadas, demostrando al mercado internacional la inocuidad de nuestro arroz como libre de residuos agroquímicos y, estratégicamente, no proveniente de variedades genéticamente modificadas, elaborando un Manual de Buenas Prácticas Agrícolas, estableciendo un Convenio de Cooperación Técnico-Económica con el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca para fortalecer la investigación en la Estación

Experimental del Este, lo que posteriormente fue tomado por el INIA, logrando generar un paquete tecnológico de producción adaptado a nuestras condiciones, con variedades de alta calidad industrial y productividad adecuadas a la demanda del mercado, y logrando en la última zafra un rendimiento promedio nacional de producción similar al de los países que están a la vanguardia mundial en tecnología arrocerá. Actividades estas que reflejan un auténtico compromiso con el país y su gente, imprescindibles para el desarrollo y consolidación de la ‘Sociedad del Conocimiento’ del Uruguay del siglo XXI, aportando decididamente a lo que nosotros hemos dado en llamar el Uruguay Cultural”.

El ajuste de tecnologías desarrollado desde el Programa Arroz de INIA ha permitido la inserción de nuestro grano en el mercado internacional a pesar de no tener subsidios, con un producto de alta calidad, con costos de producción razonables, y un sistema ambientalmente amigable. Dentro de las particularidades del sistema merece especial destaque el desarrollo de la rotación de arroz con praderas, que generó un impacto muy importante, no sólo en su contribución a la recuperación de los suelos, sino también en el notable aumento en los índices de producción ganadera en la región.

Este premio constituye un reconocimiento a la tarea emprendida ya desde la época de la Estación Experimental del Este, en común con el sector productivo e industrial, apuntando a la consolidación del cultivo y permitiendo, a través de su competitividad, el desarrollo de cientos de productores.

MARIO COSTA GRECCO



El pasado 3 de noviembre falleció el Ing. Agr. Mario Costa Grecco. Hablar de Mario, integrante de la Junta Directiva de INIA por casi diez años, es introducirse en un mundo que va mucho más allá de relatar su accionar en la Institución.

Mario se recibió en 1983 de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de la República, y su formación continuó a lo largo de su vida. Entre los años 1990 y 1992 realizó estudios de Posgrado en Extensión Rural en la Universidad Federal de Santa María en Rio Grande do Sul, Brasil. Posteriormente realizó varios cursos, entre ellos el de Políticas Sociales organizado por el ILPES-UNICEF en La Plata, Argentina, que seguramente aportó para su perfil enfatizando las ciencias sociales.

Su actividad profesional fue muy amplia y entre los años 2002 y 2011 combinó su accionar como Director Alterno en INIA en representación de CNFR, CAF, FUCREA con múltiples actividades. En sus primeros pasos, como integrante de un grupo de jóvenes y junto a sacerdotes jesuitas, fundó y sostuvo el Hogar La Huella, para dar cabida en él a varias decenas de niños en situación de calle, promoviendo su integración social a través de la atención y formación integral, permitiendo que pudieran crecer con autonomía e independencia.

Entre 2005 y 2008 fue miembro de la Comisión Honoraria Directiva de MEVIR, siendo promotor de la Revista El

Hornero que actualmente llega a 24.000 hogares. Entre 2001 y 2008 fue Directivo de la Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR) realizando un trabajo permanente y perseverante en procura de mejorar la calidad de vida de pequeños y medianos productores. Desde diciembre de 2007 se desempeñó como Vicepresidente de la mencionada Comisión, siendo reconocido en la última Asamblea anual con un "Quijote", distinción conferida por su muy destacada gestión en la institución.

Entre 1993 y 2008 se desempeñó como Gerente de la Cooperativa Unidad Cooperaria N° 1, en Cololó, Soriano, siendo un ejemplo de colonización cooperativa en nuestro país, a la que aportó toda su capacidad y energía. En el mismo periodo fue miembro de la Comisión Administradora del Campo de Recría de la Cooperaria, con productores lecheros asociados a PROLEDOL, REPRODEL y RECARLECAL. Entre 2001 y 2008 fue miembro de la Mesa Coordinadora de Campos de Recría Autogestionados.

Otro ámbito en el cual tuvo destacado desempeño fue en su acción docente y de extensión en la Facultad de Agronomía entre los años 1988 y 2008, siendo desde 1995 Profesor Adjunto del Departamento de Ciencias Sociales. Dictó cursos de Extensión y Cooperativismo Agrario y fue orientador de numerosas tesis de grado en la línea de los Procesos Asociativos Rurales entre 1997 y 2008.

Durante casi diez años participó en numerosas reuniones de la Junta Directiva de INIA, y actividades con integrantes del Instituto con el objetivo de aportar al cumplimiento de la Misión institucional y en mejorar las propuestas tecnológicas destinadas al pequeño y mediano productor.

El pasado 24 de mayo en el Paraninfo de la Universidad, colmado de amigos, autoridades y profesionales allegados a Mario, se realizó la presentación del libro que cuenta su vida: "A campo traviesa: los caminos de Mario Costa" de Mario Mazzeo.

En sus páginas se trasluce la calidez humana y el legado que ha dejado Mario para todos a través de sus múltiples actividades, enseñanzas y gran compromiso social.



FPTA 29

DISMINUCIÓN DEL DAÑO POR AVES EN PEQUEÑOS PREDIOS.

Agosto 2011

E. Rodríguez; G. Tiscornia;
L. Olivera

En este trabajo se realiza un relevamiento de la ornitofauna en un radio de 25 km de La Estanzuela en las cuatro estaciones del año, determinando número y especies de aves en cada una de las salidas de campo efectuadas.

Se realizó la evaluación de la eficacia de diferentes métodos para la reducción del daño provocado por aves en cultivos de pequeña extensión (cetrería, repelente acústico, laser y repelente químico).

A partir de la información relevada se establece un plan de manejo que incluye identificación de especies problema, la modificación de prácticas agrícolas que pudieran favorecer el alimento disponible para las aves y la protección de cultivos mediante el uso de las herramientas evaluadas.



FPTA 32

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FORESTAL SOBRE LOS RECURSOS SUELOS Y AGUAS

Noviembre 2011

Editor: L. Silveira

El objetivo de este estudio consistió en evaluar los efectos de la actividad forestal sobre la cantidad y calidad del recurso agua y la pérdida de suelo en microcuencas similares sometidas a distinto manejo.

Las zonas de estudio comprendieron cuatro microcuencas ubicadas en el departamento de Paysandú.



Serie Técnica 193

CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL URUGUAY 1980-2009

Noviembre 2011

J. Castaño, A. Giménez;
M. Ceroni; J. Furest;
R. Aunchayna

Se realiza una recopilación, generación y análisis de variables agroclimáticas, caracterizando su comportamiento en base a registros y estadísticas del período 1980-2009. Mediante la misma se estudia la variabilidad interanual caracterizando no sólo el promedio si no también los percentiles superiores e inferiores.

Las variables climáticas analizadas fueron: heladas agrometeorológicas, régimen hídrico, temperatura, precipitaciones y heliofanía real.

A partir de esta información se elaboran mapas de agua disponible en suelos y agua no retenida, caracterizando las distintas regiones del país.



Serie Técnica 195

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN EL ÁREA DE ALREDEDORES DE TACUAREMBÓ

Diciembre 2011

Editores: R. Gómez; G. Ferreira; A. Albín

En la publicación se caracterizan tres sistemas de producción familiar: ganadería, horticultura y lechería, en un radio de 40 km de la ciudad de Tacuarembó.

Se estudian las distintas variables que afectan la unidad de decisión predial en cuanto a la gestión y orientación del establecimiento.

Se hace especial hincapié en la valoración que hacen los productores familiares de la región de la tecnología disponible para los distintos sistemas, y como la misma incide en la trayectoria económico-productiva de los distintos predios, definiéndose tipologías de producción familiar.



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

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

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

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

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

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

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

www.inia.org.uy

