



EDITORIAL



INIA se vincula y articula

A comienzos del año 2007 comunicamos a nuestros lectores (Revista N° 10) el objetivo de la Junta Directiva de avanzar en el campo de las alianzas. En este sentido se han realizado una serie importante de actividades de las que destacamos:

La organización en conjunto con INTA Argentina e INIA España de la VI Reunión de los INIAs de Iberoamérica, con participación de Presidentes y Directores de los INIAs de la Región. La realización de giras de prospección y concreción de acuerdos en China y EEUU (ver notas en este número). La participación en el Foro "Competitividad de Las Américas" con presentación de ejemplos locales de co-innovación pública-privada, así como la participación en gira oficial a Nueva Zelanda realizada por el Poder Ejecutivo, son ejemplos de actividades que nos vinculan a Centros de Excelencia y nos permiten tener presencia en ámbitos donde se definen las agendas internacionales de investigación y desarrollo.

En el ámbito nacional hemos firmado 55 nuevos acuerdos de cooperación que involucran a la Universidad de la República (proyectos de investigación, apoyo a postgrados, publicación científica para el área agraria), al Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DIEA: tecnología para cría vacuna, DGSG: instalación del Centro Regional Rubino en INIA Tbó, INAC), Ministerio de Industria y Energía (Unidad INIA-LATU, ALUR), Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (Sistema Nacional de Áreas Protegidas), Intendencias municipales (apoyo a programas de desarrollo) y diversos actores del ámbito privado (Central Lanera, FUCREA, Maltería Uruguay, Asociación de Productores Orgánicos, diversas sociedades de criadores de animales).

Finalmente y con el objetivo de promover innovaciones institucionales que permitan superar las limitaciones del modelo actual de articulación, estamos promoviendo la conformación de **Consortios Regionales de Innovación** (ver Revista N° 12) que comprometan en la acción actores públicos y privados en torno al desarrollo de diferentes sectores productivos.

INIA rinde cuentas

Hemos expresado en más de una oportunidad nuestra visión de que las instituciones de investigación con financiamiento público deben explicitar sus compromisos de gestión y evaluar sus resultados. Es en esta dirección que se realizó el estudio titulado "Evaluación del impacto de la investigación generada por INIA en el avance tecnológico de las cadenas de arroz y leche", para los últimos 15 años (ver nota técnica en este mismo número). Es estimulante comprobar que un 67 % de los productores de leche y un 100 % de los productores de arroz, entienden que la adopción de tecnología INIA mejoró su resultado económico. Adicionalmente la evaluación económica de la inversión en ambos programas indica que por cada dólar invertido se obtuvieron retornos en torno a los 7 dólares. La evaluación de impacto ambiental y social indica que los productores no percibieron problemas en ninguna de estas áreas. Desde este año la evaluación y revisión externa de la investigación desarrollada por INIA es parte integral de nuestro Programa de Trabajo.

INIA comunica-difunde y consulta

Durante el año 2007 INIA implementó cambios muy importantes en el desarrollo de su página WEB incorporando entre otros servicios la disponibilidad en línea de más de 1000 publicaciones (todas las editadas desde 1990 hasta 2005). Adicionalmente, se realizó una consulta pública para disponer de información objetiva sobre "como nos ven" los usuarios y temas vinculados a la adopción de tecnologías.

Estamos tranquilos de estar trabajando en la dirección que nos propusimos y dentro del marco definido en el Plan Estratégico. Esperamos ustedes tengan la misma percepción. Persistiremos en nuestro esfuerzo de hacerlo cada vez mejor. Contamos con ustedes.

Muchas felicidades para el año que se avecina.
Afectuosamente,

Pablo Chilibroste
Presidente INIA

SOMBRA: Buena para el ganado, mejor para el productor.

Engorde de novillos durante el verano



Programa Nacional Producción de Carne y Lana
Ing. Agr. (MSc) Pablo J. Rovira
Ing. Agr. José I. Velazco

En regiones de clima tropical no se discuten los efectos beneficiosos de la disponibilidad de sombra en la producción animal durante el verano. En regiones de clima templado, como es el caso de Uruguay, hay dos opiniones al respecto. Hay quienes dicen que la disponibilidad de sombra reduce el tiempo de pastoreo, ya que el ganado va a preferir estar descansando debajo de la sombra, por más que las condiciones climáticas no lo justifiquen, afectando el consumo de forraje y el comportamiento productivo. Por otro lado, hay quienes sostienen que el acceso a sombra mejora el balance térmico de los animales, reduce los requerimientos de mantenimiento, y por lo tanto, incrementa la ganancia de peso animal.

También se deben considerar aspectos de bienestar animal durante el verano, lo cual es cada vez más importante en el negocio ganadero de exportación a mercados de alto valor. Que el animal esté libre de estrés térmico es uno de los principios básicos del bienestar animal. Adicionalmente, aspectos relacionados al fenómeno de cambio climático (los veranos tienden a ser más calurosos y extensos), y el desarrollo de la forestación en los sistemas agropecuarios, han contribuido a desarrollar un creciente interés del efecto del clima en general, y la sombra en particular, en la producción animal.

Existe un umbral de estrés calórico a partir del cual la producción animal puede verse resentida. La pregunta es si en nuestras condiciones de alta variabilidad de temperatura entre días, y dentro de un mismo día, se atraviesa o no dicho límite crítico y/o si actúan mecanismos de adaptación y compensación que evitan que la producción animal se vea resentida.

Desde el año 2001 INIA Treinta y Tres viene desarrollando trabajos que evalúan el efecto de la sombra artificial sobre la ganancia de peso y conducta de novillos en pastoreo en lomadas del Este. A continuación se presenta parte de la información generada que nos permite afirmar lo establecido en el título del presente artículo: "SOMBRA: buena para el ganado, mejor para el productor".

Buena para el ganado...

...porque alivia su estrés calórico. En nuestras condiciones de clima templado existe potencial de estrés calórico en los animales en pastoreo durante el verano de acuerdo al Índice de Temperatura y Humedad Relativa (ITH) descrito por Wiersama (2005). Novillos en pastoreo en la región de lomadas del Este estuvieron expuestos un 46% del tiempo (739 horas) a algún grado de estrés calórico en el periodo 04/01/07-12/03/07 (1622 horas), de acuerdo a una escala utilizada en ganado lechero que relaciona el valor de ITH con el estrés calórico en el animal (Cuadro 1). Probablemente el ganado vacuno en crecimiento y engorde no es tan susceptible al estrés calórico como las vacas lecheras, entre otras razones debido a los menores requerimientos de producción.

Cuadro 1 - Porcentaje del tiempo que novillos en pastoreo estuvieron expuestos a distintos niveles de estrés calórico según el Índice de Temperatura y Humedad (ITH).

ITH*	Estrés animal	% del tiempo
< 72	Nulo	54
72 – 78	Moderado	30
79 – 89	Severo	16
90 – 98	Muy severo	0
> 98	Riesgo de muerte	0

*Cálculo: $(0,8 \times \text{Temp.}) + ((\text{Humedad Relativa}/100) \times (\text{Temp.}-14,4)) + 46,4$. Fuente: Esquivel et al. 2007.

Sin embargo, en la medida que se continúe el proceso de intensificación de la invernada y se vayan superando limitantes nutricionales y genéticas para expresar el potencial de producción, aspectos que antes tradicionalmente no eran considerados, como el efecto directo del clima en la producción animal, pasan a ser limitantes y determinantes en los índices de producción durante el período estival. Adicionalmente, una menor exposición al sol del ganado durante las horas más calurosas del día trae aparejado beneficios desde el punto de vista sanitario, ya que el sistema inmunitario de los animales puede verse afectado bajo condiciones de estrés calórico.

Bajo las condiciones climáticas presentadas en el Cuadro 1, novillos con acceso a sombra artificial en el pastoreo presentaron una menor tasa respiratoria durante el mediodía y la tarde comparado con novillos que no tenían acceso a sombra artificial (Figura 1). En promedio, el ganado que no tuvo acceso a sombra presentó 12 respiraciones más por minuto entre las 10.00 y 18.00 horas que el ganado que tenía acceso a sombra en el área de pastoreo.

El incremento de la tasa respiratoria es uno de los mecanismos fisiológicos que tiene el animal para eliminar el exceso de calor en el cuerpo generado por las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa,



radiación, velocidad del viento) y por actividades físicas (actividad de pastoreo) y/o metabólicas (digestión del forraje).

La tasa respiratoria de los animales se correlacionó alta y positivamente con el valor de ITH. Un 55% de la variación en la tasa respiratoria de los animales estuvo explicada por la variación en el valor de ITH. Sin embargo, cuando se analizó la tasa respiratoria en forma individual con la temperatura del aire o la humedad relativa no se encontró una asociación significativa entre dichas variables.

Esto reafirma la necesidad de utilizar en forma conjunta la temperatura y la humedad relativa a través del ITH para la evaluación del estrés calórico en los animales en pastoreo. Adicionalmente, también deberían ser consideradas la radiación y la velocidad del viento, ya que una alta radiación y una baja velocidad de viento son variables climáticas que también tienen incidencia en el desarrollo de estrés calórico en el animal.

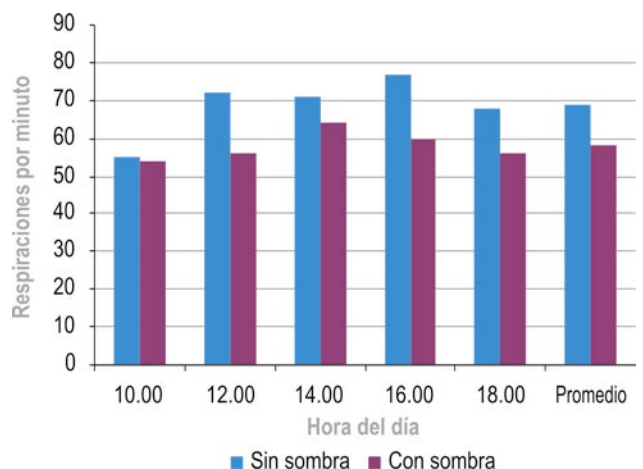


Figura 1 - Tasa respiratoria de novillos en pastoreo con y sin acceso a sombra (Fuente: Esquivel et al. 2007)

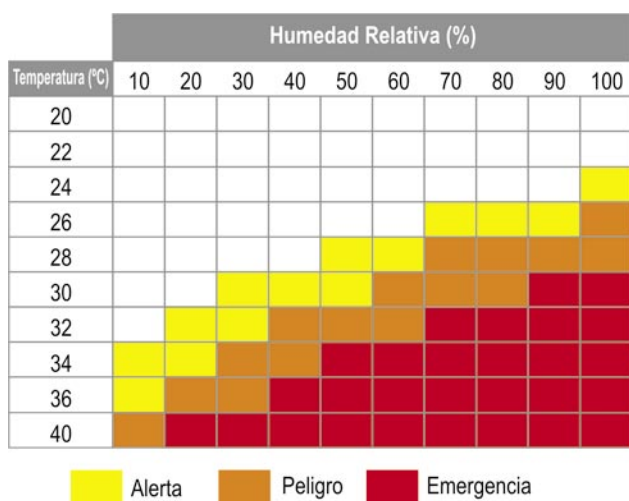


Figura 2 - Combinación de temperatura y humedad relativa y estado de situación ante el riesgo de estrés calórico de animales en pastoreo (Adaptado de Whittier 1993). Nota: es recomendable intervenir en la situación de Peligro

Sin embargo, en una primera etapa y desde el punto de vista práctico, simplemente conociendo los pronósticos de temperatura y humedad para los siguientes días se estaría en condiciones de predecir el efecto climático sobre el animal y si se requiere establecer alguna estrategia de alivio del estrés calórico (Figura 2).

Luego, la observación de los animales durante las horas de más calor es un indicador directo de estrés calórico. Síntomas de excesivo amontonamiento al sol y/o alrededor de la fuente de agua, así como síntomas de jadeo (respiración agitada, boca abierta, babeo, lengua afuera, cabeza extendida hacia abajo) pueden registrarse durante las horas más calurosas del día.

Mejor para el productor...

...porque incrementa la ganancia de peso de los animales en pastoreo y por lo tanto mejora el resultado económico de la internada. Información consistente obtenida en la Unidad Experimental de Palo a Pique cuantificó que novillos con acceso a sombra pastoreando sudangras registraron una ganancia de peso 14% superior que novillos sin acceso a sombra durante los veranos de 2002 y 2007 (Figura 3). En la Región Norte del país Simeone y Berreta (2005) reportaron diferencias aún mayores a favor de los animales con acceso a sombra durante las horas de más calor en novillos pastoreando pasturas mejoradas.

Si la disponibilidad de sombra es restrictiva (no todos los animales pueden acceder a ella), el ganado en terminación debería tener la prioridad de su uso para maximizar los beneficios al productor. Dicha categoría es más susceptible al estrés calórico debido a la mayor cantidad de grasa subcutánea y al mayor tamaño de los órganos internos (vísceras) mayormente responsables de la generación de calor metabólico.

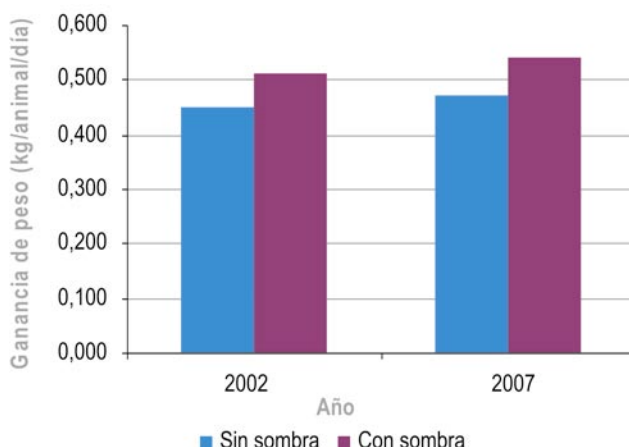


Figura 3 - Ganancia de peso de novillos pastoreando sudangras con y sin acceso a sombra durante dos veranos (Fuente: Rovira, 2002; Esquivel et al. 2007).

Es decir, animales más gordos sufren más el calor. Casos extremos de estrés calórico en el animal previo al embarque y faena pueden determinar un mayor pH de la canal afectando la calidad (color oscuro de la carne) y vida útil (mayor crecimiento de bacterias) de la carne proveniente del animal estresado.

Existe el temor de que animales con acceso a sombra dediquen menos tiempo a pastorear y que por lo tanto vean resentido su comportamiento productivo. En la Figura 4 se observa la utilización de la sombra de novillos en pastoreo sobre sudangras en 2 días contrastantes, un día caluroso (27,1°C) y un día templado (19,9°C), en función de la temperatura media durante las horas luz. En el día caluroso los novillos accedieron más temprano a la sombra, hicieron un uso más intenso de la misma durante las horas de más calor, y se retiraron más tarde al pastoreo, comparado con un día templado.

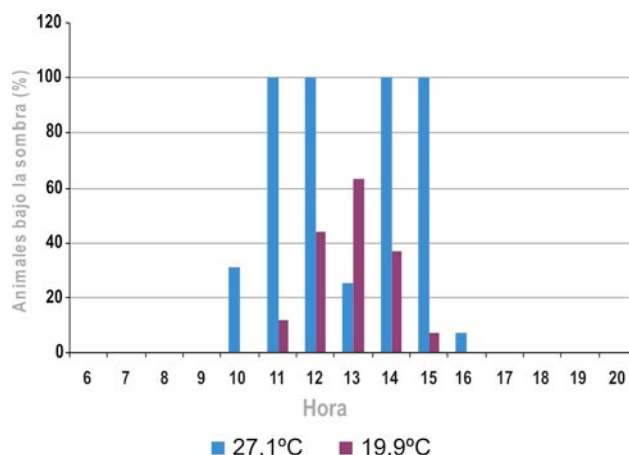


Figura 4 - Utilización de la sombra por novillos en pastoreo en dos días contrastantes desde el punto de vista de la temperatura media en las horas luz (Rovira, 2002)

Esto demuestra que el animal va a utilizar la sombra en forma más intensa cuando las condiciones climáticas así lo justifican. Adicionalmente, un menor tiempo de pastoreo diurno debido al uso de la sombra no necesariamente implica un menor consumo de forraje, ya que se deben considerar los otros componentes que determinan el consumo de materia seca (tasa de bocados, tamaño de bocados) y el tiempo de pastoreo nocturno.

Consideraciones prácticas sobre las sombras artificiales...

- Altura de 3 a 4 metros desde la superficie del suelo para permitir circulación del aire, preferentemente con leve pendiente para permitir escurrimiento del agua de lluvia.
- Calcular entre 3 y 4 m² de malla por novillo. En la actualidad el m² de sombrite cuesta aproximadamente 0.60 dólares.
- Orientación este-oeste para maximizar la cantidad de horas de sombra efectivas durante el día.
- Vigilar condiciones de humedad, barro y bosta excesivas debajo de la malla de sombra; por eso en condiciones muy húmedas es preferible la orientación norte-sur de la sombra para permitir mayor cantidad de horas sol debajo de la malla que mejore las condiciones higiénicas.
- Por último, y muy importante, no olvidar que aspectos de nutrición, sanidad y disponibilidad de agua de calidad siguen siendo claves a la hora de lograr buenos índices productivos durante el verano, y que el suministro de sombra no corrige errores asociados al manejo de los animales.

De aquí en más...

Las líneas de investigación en INIA Treinta y Tres relacionadas al efecto del clima en la producción animal siguen vigentes en el corto y mediano plazo. En primer lugar, el desafío es seguir caracterizando las principales variables climáticas durante el verano y estimar directa e indirectamente el potencial de estrés calórico en los animales. El desarrollo de ecuaciones simples para predecir el estrés calórico (por ejemplo a través de la tasa respiratoria) en función del pronóstico climático (temperatura, humedad) ayuda a la toma de decisiones en forma proactiva adelantándose al problema.

Finalmente, no todas las sombras son iguales. Por ejemplo las condiciones ambientales provocadas por sombras naturales (árboles) y artificiales (sombrites), así como el efecto del estrés calórico sobre otras categorías bovinas sensibles (terneros de destete precoz) y trabajos más específicos sobre el bienestar animal, son trabajos que se están realizando en conjunto con el equipo de producción animal de INIA Tacuarembó.

Bibliografía

Esquivel J. E., J. I. Velazco, P. J. Rovira. 2007. Efecto del acceso a sombra artificial en la ganancia de peso, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangras durante el verano. PRODUCCION ANIMAL. Unidad Experimental Palo a Pique. Serie Actividades de Difusión 511. INIA Treinta y Tres. pp. 22-36.

Rovira P. J. 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. Jornada Anual de Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. INIA Treinta y Tres. pp. 82-98.

Simeone A. y V. Berreta. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC). Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Facultad de Agronomía. Paysandú.

Whittier J. 1993. Hot weather livestock stress. University of Missouri. Published by MU Extension, University of Missouri-Columbia.

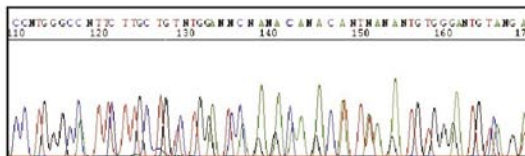
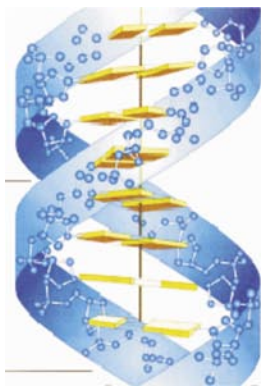
Wiersama F. 2005. Appendix 1: Temperature-Humidity Index. In: Tropical dairy farming: feeding management for the small holder dairy farmers in the humid tropics. Ed. John Moran. Landlinks Press. p275.

Agradecimientos

A los Ing. Agrs. Fabio Montossi, Raúl Gómez Miller y Gustavo Brito por los aportes realizados en la elaboración del presente artículo.



Biotecnología animal: aplicaciones prácticas del análisis de ADN



El ADN es una macromolécula con estructura de doble hélice, formada por cuatro tipos de nucleótidos diferenciados por sus bases nitrogenadas denominadas adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T), ordenados en una secuencia específica para cada organismo.

Esta secuencia puede considerarse como un código que:

a) determina la información genética que se transmite de generación en generación;

b) contribuye a definir las características de dichos organismos.

Dentro de cada secuencia de ADN es posible identificar regiones que presentan alta variabilidad entre individuos de la misma especie (ó de una raza particular), por lo que pueden ser utilizadas como marcadores moleculares para identificar el aporte genético de cada reproductor a su descendencia mediante tipificación de ADN.

Entre los marcadores moleculares ampliamente utilizados en estudios genéticos se destacan los microsatélites (MS). Éstos consisten en secuencias simples repetidas (por ejemplo TGTGTGTG....) de longitud variable de acuerdo al número de repeticiones que presentan.

En una población determinada se pueden identificar variantes (denominadas alelos) de cada MS en el ADN; para cada individuo se hereda un alelo del padre y otro alelo de la madre (ambas variantes son identificables por comparación con los padres).

Estos MS presentan las siguientes ventajas desde el punto de vista de su utilización para tipificación genética:

- son muy frecuentes en el ADN (estimándose entre 50 y 100.000 MS en un genoma), lo que permite ampliar el

Unidad de Biotecnología.
M.T.V. Dra. Lucía Kelly; Lic. MSc. Paula Nicolini;
Lic. Andrea Branda; Br. Ariel Pedemonte ;
Asistente Lab. Emma Solares;
Ing. Agr. Dr. Fabián Capdevielle.
Dr Ing. Agr. Dan Piestun

Introducción

Los avances científico-tecnológicos relacionados con la genética molecular han permitido mejorar el conocimiento acerca de la organización del genoma bovino -cuya secuencia completa se encuentra actualmente disponible en versión borrador- identificando múltiples regiones dentro del material genético (ácido desoxiribonucleico, ó ADN) con potencial para desarrollar aplicaciones biotecnológicas prácticas basadas en la tipificación de variaciones (polimorfismos) en la secuencia del ADN ente diferentes individuos. Estas aplicaciones incluyen desde identificación individual de animales y diagnósticos de paternidad como forma de avalar los registros genealógicos, hasta el desarrollo de herramientas metodológicas para apoyar los procesos de selección por características de interés productivo (sanidad, calidad de productos, etc.).

número de marcadores utilizados para la resolución de casos complejos;

- se encuentran distribuidos en todo el genoma, por lo que permiten estudiar asociaciones con genes localizados en diferentes cromosomas (mapeo genético);
- presentan un alto nivel de variación (varios alelos posibles para cada MS), lo que incrementa la exactitud en casos de identificación individual y diagnósticos de paternidad;
- presentan herencia simple, por la cual cada individuo recibe un alelo de cada uno de sus progenitores;
- no varían a lo largo de la vida de un individuo;
- pueden ser analizados a partir de una pequeña cantidad de material biológico de diversos orígenes (folículo piloso, sangre, semen, músculo, etc.), disponiéndose de técnicas automatizables adaptadas al procesamiento de un gran número de muestras (secuenciadores automáticos).

Estas ventajas facilitan su utilización en los siguientes casos:

- determinación de paternidad en animales de pedigree y animales puros por cruce en casos de servicios múltiples. Este diagnóstico permite corroborar los registros genealógicos, aportando mayor exactitud en la selección fenotípica para caracteres productivos de herencia compleja (producción, sanidad, etc.);
- detección de regiones cromosómicas conteniendo genes que afectan características cuantitativas ("quantitative trait loci", ó QTLs), utilizables para la investigación de diversos rasgos de interés productivo (producción de carne y leche, resistencia a enfermedades, etc);
- identificación de animales individuales a lo largo de la cadena cárnica (trazabilidad) y de muestras relacionadas con casos de abigeato;
- estudios de diversidad genética en razas locales e introducidas.

En muchos casos presentados y discutidos en la literatura científica se dispone de evidencias sobre la existencia de asociaciones significativas entre marcadores moleculares y genes que codifican para alguna proteína de interés productivo (por ejemplo, enzimas con efectos sobre la terneza de la carne).

Debido a la variabilidad existente entre diferentes poblaciones animales es muy importante analizar y validar dichas asociaciones para diferentes razas, con lo cual sería posible desarrollar y difundir un conjunto de marcadores moleculares que contribuyan tanto al aseguramiento de identidad genética en muestras individuales

como a los procesos de selección por caracteres de interés productivo, luego que se validen para nuestras condiciones ambientales y se destaque su importancia en nuestros ganados y en nuestros sistemas de producción.

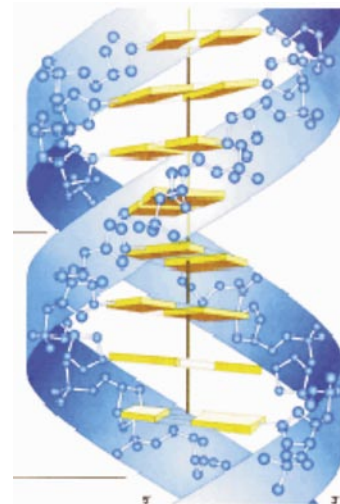
Sistemas de tipificación y aseguramiento de identidad genética

Desde 2005 se ha trabajado en la implementación de técnicas moleculares aplicables en tipificación genética de animales, habiendo seleccionado y validado dos conjuntos de MS para la tipificación de ADN en bovinos (integrados en un Kit-INIA estándar de 9 MS y otro Kit-INIA complementario con 4 MS adicionales). En 2006 estos kits fueron evaluados a nivel internacional a través de la participación de INIA en el test de comparación donde intervienen todos los laboratorios del mundo que son miembros institucionales de la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG, www.isag.org.uk).

Esta comparación se realiza con muestras de ADN bovino enviadas por ISAG, y cada laboratorio analiza 9 MS de uso obligatorio para realizar la verificación de parentesco e identificación individual. Dichos MS integran el Kit-INIA estándar y por lo tanto la participación en dicho test internacional ha permitido compatibilizar los resultados obtenidos por INIA con los obtenidos por distintos investigadores en diversos países del mundo.

Esto permite asegurar que los procedimientos utilizados son objetivos y comparables para chequear la paternidad o identidad de un animal.

El Kit-INIA se ha utilizado recientemente en apoyo al desarrollo de prototipos para aplicaciones tecnológicas del diagnóstico molecular en animales, las cuales se espera transferir a empresas innovadoras nacionales que estén desarrollando servicios de tipificación de ADN para cabaneros, productores ganaderos y otros interesados.



Diagnóstico de paternidad

La tipificación genética mediante MS permite apoyar los programas de mejoramiento genético a través de diagnósticos de paternidad, incrementando la precisión en la identificación de los reproductores. En este caso el Kit-INIA desarrollado puede contribuir a disminuir el costo de implementación de servicios de tipificación de ADN, mediante la estandarización de técnicas para extracción de ADN, identificación de variantes y base de datos conteniendo muestras de diferentes razas.

Con el fin de identificar marcadores que aporten mayor información para diferentes aplicaciones se estimaron las frecuencias de los diferentes alelos para los MS que integran el Kit-INIA sobre una muestra de bovinos Hereford (Kelly y col., 2005). En este trabajo se estimó el contenido de información genética de cada MS, observándose que 7 de los 11 MS analizados (TGLA227, TGLA53, SPS115, TGLA126, TGLA122, ETH225, BM1824) presentaron un alto valor informativo según el número de alelos, para estudios de paternidad, identidad y trazabilidad.

Para determinación de paternidad, se realizaron comparaciones de los alelos existentes para 9 MS entre hijos y sus padres presuntivos. A continuación tenemos un ejemplo en bovinos, donde se designan los alelos de un MS según su peso molecular (expresado en pares de bases en el ADN, Figura 1).

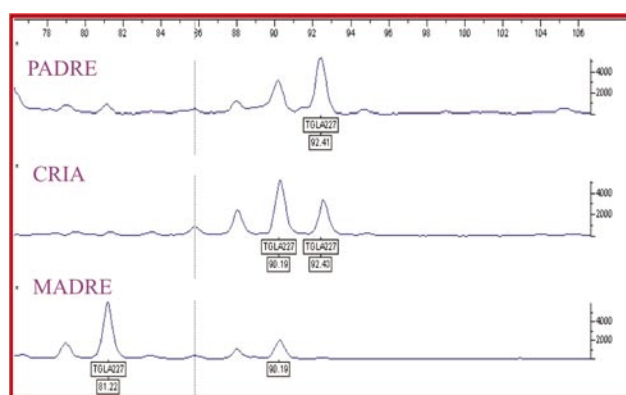


Figura 1 - Fenograma producido por el programa del secuenciador de ADN Automático ABI 310. Los picos numerados indican los alelos existentes, transmitiendo el padre el alelo 92 a la cría (90/92) y el 90 la madre (81/90).

Para establecer la imposibilidad de que un individuo sea el padre en un cruzamiento (incompatibilidad de una filiación) se han aplicado dos reglas de exclusión (Mériaux J.C, 1992), basadas en la primera ley de Mendel (ley de segregación):

- a) se excluyen los padres cuando el hijo contiene un alelo que no existe en los mismos.
- b) se excluye el padre cuando no transmite uno de sus alelos a la descendencia.

En el fenograma de la Figura 1 se muestra que existe coincidencia entre la cría y sus dos padres. La efectividad de los tests de paternidad se calcula como la probabilidad de exclusión (PE) para detectar paternidades incorrectas, lo que depende de la raza y del polimorfismo existente para los MS considerados. En este caso la PE obtenida testando 9 MS indica que existe una probabilidad cercana a 99,9% de excluir los padres que hubieran sido asignados en forma errónea (Usha y col. 1995).

Trazabilidad

La importancia que tiene la carne bovina en la economía del Uruguay requiere trabajar previniendo problemas sanitarios y de inocuidad, así como adecuarse a los requerimientos de calidad establecidos por diferentes mercados. En particular, la Unión Europea ha puesto en marcha un programa de trazabilidad respecto a distintos productos cárnicos, generando mayores exigencias a los países proveedores para que implementen programas similares. La trazabilidad, según la norma ISO 8402, implica el seguimiento del producto hasta su comercialización y puesta a disposición del consumidor, permitiendo determinar los antecedentes y la localización de cada entidad mediante identificaciones registradas.

El MGAP ha implementado un sistema de identificación electrónica (chips en caravanas electrónicas) con el fin de realizar un seguimiento del animal desde su nacimiento hasta los productos derivados de su faena.

En relación a este tema se realizó un trabajo experimental cuyo objetivo fue demostrar la aplicación de la tecnología de tipificación del ADN bovino como apoyo para verificar la trazabilidad realizada por métodos electrónicos, a través de la comparación de muestras originadas en los animales desde su origen hasta la segunda balanza (Kelly y col. 2006)(Figura 2).

Cuadro 1 - N° alelos de cada Microsatélites analizado del Kit_INIA.

MS	TGLA 227	BM 2113	TGLA 53	ETH 10	SPS 115	TGLA 126	TGLA 122	INRA 23	ETH 3	ETH 225	BM 1824
N° alelos	6	5	6	3	6	7	8	4	4	6	6

Investigaciones actuales en Biotecnología animal

Genes vinculados a la calidad de carne

El Uruguay es un país exportador de carne debiendo adaptar su calidad a los requerimientos de diferentes mercados internacionales. Estos mercados valoran la terneza y el veteado que son indicativos de la calidad. En el marco del PROCISUR y con apoyo de la Sociedad de Criadores Hereford se están estudiando algunos genes vinculados a la calidad de carne.

En una muestra de animales provenientes de diferentes regiones del país, se estudiaron las frecuencias de las variantes alélicas para algunos de estos genes como la calpaína (CPN1) y tiroglobulina (TG5) mediante la técnica PCR-RFLP.

Los resultados preliminares que se observan en las figuras 3 y 4 indicaron que el alelo favorable - CPN1 530 (G)- del gen que afectaría la terneza tiene una frecuencia génica de 86,8 % en la muestra de animales analizados, mientras que el alelo favorable -TG5 (T)- para el gen que actuaría en el grado de veteado de la carne tendría una frecuencia génica (T) relativamente baja (33,4%), pero que se encuentra en aumento, como se aprecia en la figura 4, en la columna central que marca los individuos portadores (TG) (Kelly y col., 2007).

Marcadores genéticos asociados con resistencia a parásitos gastrointestinales en ovinos

La identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia a los parásitos gastrointestinales permitiría identificar con más facilidad y rapidez los animales resistentes, aumentando la eficiencia de selección.

En nuestro país, se han realizado estudios preliminares en la raza Corriedale en una colaboración entre Facultad de Veterinaria, SUL e INIA, detectándose nuevos alelos del gen Ovar-DRB1.2 en la muestra analizada.

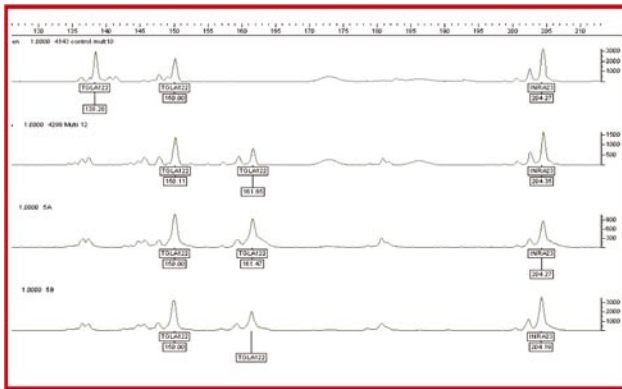


Figura 2 - Electroferograma con los alelos de dos MS (TGLA122 e INRA 23) pertenecientes a la muestra 4299 y sus respectivas carcasas 5A y 5B, usando como control la muestra 4243, testada según las normas del ISAG.

La aplicación de la tipificación de ADN con el Kit-INIA se realizó a través de la comparación de los genotipos de las diferentes muestras obtenidas en origen (pelo), y aquellas obtenidas en la segunda balanza (músculo) durante la faena. El resultado entre las muestras de pelo y músculo fue coincidente en el 100 % de los casos estudiados para ese tramo de trazabilidad.

Abigeato

Dentro de las posibles aplicaciones de la tipificación de ADN se encuentra su uso como herramienta para la identificación de muestras involucradas en casos de abigeato.

Cuando se comparó una muestra de músculo incautada respecto a diferentes muestras tomadas de restos animales relacionados con una situación de abigeato, la tipificación de ADN utilizando el Kit-INIA permitió reconocer la muestra incautada con un 100% de identidad (identificación positiva) respecto a los restos animales, mientras que otras muestras problema presentaron entre 0 % y 56 % de identidad (identificación negativa).

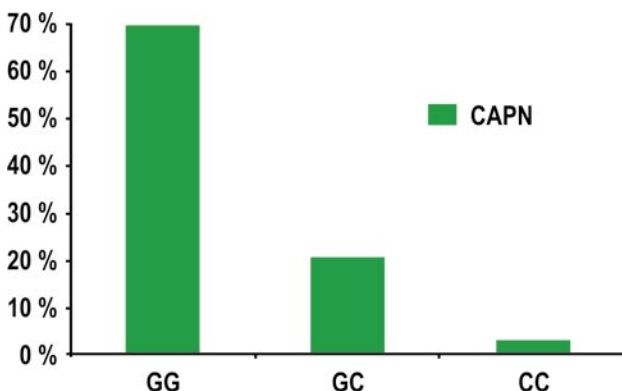


Figura 3 - Porcentaje de individuos con copias favorables (G=*) del gen de CALPN 1₅₃₀ (Calpaína).

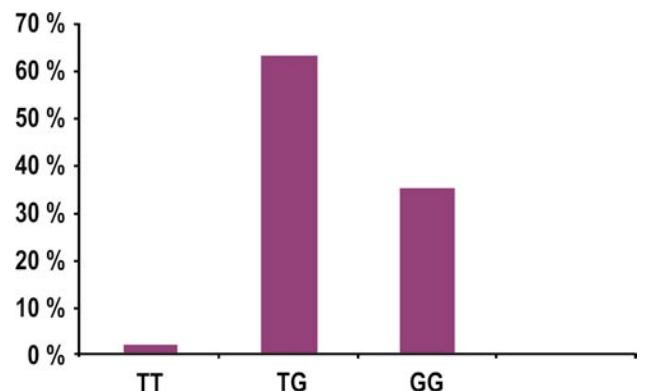


Figura 4 - Porcentaje de individuos con copias favorables (T=*) del gen de TG (Tiroglobulina).

En el marco de un proyecto financiado por el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT-DICYT) se han iniciado investigaciones en la Unidad de Biotecnología de INIA Las Brujas sobre ovinos del Núcleo Merino Fino (Unidad Experimental "Glencoe", INIA Tacuarembó), con la finalidad de caracterizar variantes del gen DRB1.2 y de algunos MS con potencial para identificar individuos con diferentes niveles de resistencia a parásitos gastrointestinales (estimada a través del recuento de huevos de los parásitos por gramo de materia fecal ó HPG).

Se espera que la aplicación de procedimientos de selección asistida por marcadores permita aumentar la eficiencia de la selección para la resistencia a nemátodos gastrointestinales (Nicolini, 2006). y contribuya a la disminución del impacto sanitario-económico de estas infecciones sobre la producción ovina nacional.



Conclusiones

- En los últimos dos años la Unidad de Biotecnología ha desarrollado y adaptado procedimientos biotecnológicos aplicables en la tipificación de ADN en bovinos, con el respaldo de ensayos y validaciones a nivel internacional (ISAG).
- La tipificación de ADN utilizando el KIT-INIA ha permitido evaluar diversos casos de uso de prototipos de diagnóstico molecular que resultan de interés para su implementación y aplicación comercial por parte de empresas innovadoras enfocadas a:
 - a) apoyar programas de mejoramiento genético avalando con gran precisión la identificación de los reproductores y la determinación de paternidad en el caso de servicios múltiples.
 - b) colaborar en la auditoría de los sistemas de identificación electrónica que se están implementando en Uruguay
 - c) incorporarse como un componente en servicios tecnológicos que contribuyan a la certificación de calidad para nuestras carnes bovinas.
 - d) proveer información utilizable por peritos técnicos para identificar muestras en casos de abigeato
- Asimismo se ha avanzado en las etapas iniciales de caracterización de polimorfismos para algunos genes relacionados con calidad de carne en bovinos y resistencia a parásitos en ovinos, los que podrían ser incorporados en sistemas de selección asistida por marcadores, una vez que se valide su asociación con características funcionales en nuestras condiciones productivas.

Agradecimientos

Lic, Verónica Gutiérrez, Sociedad Criadores Hereford.

Otros técnicos de INIA participantes en las investigaciones

Ing. Agr. PhD. O. Ravagnolo
Ing. Agr. PhD. G. Ciappesoni
DMV. MSc. A. Mederos
Ing. Agr. I. De Barbieri
Ing. Agr. PhD. F. Montossi
DMV. A. Rodríguez.
Ing. Agr. MSc. O. Cardozo.
Ing. Agr. V. Aguerre

Bibliografía

- Kelly L.; Solares E.; Cardozo O; Aguerre V.; Capdevielle F. 2005. Avances en la tipificación de ADN en bovinos en una muestra de población cruce Hereford del Uruguay. XXXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. 9-11 de Junio. Paysandú. Uruguay.
- Kelly L.; Pedemonte A. ; Solares E. ; Cardozo O; Aguerre V.; Capdevielle F. 2006. Verificación mediante análisis de ADN de la trazabilidad electrónica de carne bovina desde su establecimiento a la faena. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Junio. Paysandú. Uruguay.
- Kelly L.; Solares E. ; Ravagnolo O; Rincón G.; Capdevielle F. 2007. Marcadores genéticos asociados a calidad de carne en una muestra de reproductores de raza Hereford. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Junio. Paysandú. Uruguay.
- Mériaux J.C. 1992. Controle de filiation et marqueurs sanguins chez les équidés. Recueil de Médecine Vétérinaire Spécial Reproduction de Equidés.
- Nicolini M.P. 2006. Estudio del polimorfismo del gen DRB1.2 del MHC ovino. Búsqueda de asociaciones con resistencia a parásitos gastrointestinales. Tesis de Maestría. PEDECIBA, Udelar. Uruguay.
- Usha A.P., Simpson S.P., Williams J.L. 1995. Probability of random sire exclusion using microsatellite markers for parentage verification. Anim. Genet. 26.

Deficiencia de Minerales en Rumiantes*



Programa Nacional Producción de Carne y Lana
Dras. Analía Rodríguez y Georgget Banhero

Introducción

Las deficiencias de minerales más comunes en animales en pastoreo son la de Fósforo, Sodio, Cobalto, Yodo, Selenio, Cobre, Zinc y ocasionalmente Magnesio, mientras que las deficiencias más importantes en animales alimentados con granos son de Calcio y Sodio.

Las deficiencias minerales son clasificadas como:

a) primarias, cuando el mineral no está disponible para el animal en las cantidades necesarias y b) secundarias, cuando por ejemplo hay un mineral que en alta concentración inhibe la absorción del mineral deseado, por lo cual en caso de deficiencia, sólo debemos suplementar a los animales con los minerales deficientes.

En este artículo se pretende enumerar los síntomas más importantes de cada deficiencia y las herramientas disponibles para el diagnóstico. Como es un tema complejo, es conveniente que el productor ante la sospecha de alguna deficiencia obtenga el asesoramiento profesional para analizar cada caso en particular.

Minerales: importancia, grados de deficiencia, modo de acción y manifestaciones clínicas.

Los tipos de nutrientes requeridos por los rumiantes pueden ser agrupados en las siguientes categorías: agua, energía, proteína, vitaminas y minerales.

En nuestras condiciones de pastoreo de campo natural, las deficiencias de proteína y energía son las causas más frecuentes del bajo desempeño productivo y reproductivo en rumiantes, particularmente la baja disponibilidad de forraje. Sin embargo, en algunas ocasiones,

animales que pastorean pasturas naturales con mayor disponibilidad ganan poco peso o presentan bajos índices reproductivos; en estos casos se ha demostrado que alguna deficiencia mineral puede ser la causa de las mismas. Incluso bovinos que pastorean pasturas deficientes en fósforo, cobalto o cobre pueden presentar pérdidas de peso superiores a aquellas observadas en animales que están en pasturas deficientes en energía y proteína.

Los minerales desempeñan numerosas y muy variadas funciones en el organismo del animal, entre ellas, la de formar parte del esqueleto y participar en el transporte de oxígeno. Para lograrlo, el organismo necesita determinadas cantidades de cada uno de los minerales esenciales; por debajo de éstas ocurrirá deficiencia, afectando las actividades del organismo, en tanto por encima de esos niveles los minerales pueden llegar a ser tóxicos. Los animales tienen la capacidad de regular sus necesidades de minerales con un margen amplio de seguridad entre niveles que pueden causar deficiencia y niveles que pueden causar toxicidad. Esto lo hacen a través de la regulación en la absorción y excreción/eliminación de los mismos.

Los minerales denominados como esenciales deben estar presentes en los alimentos. Los denominados macroelementos como Calcio (Ca), Fósforo (P), Magnesio (Mg), Potasio (K), Sodio (Na), Cloro (Cl) y Azufre (S), se requieren en mayores cantidades que el Hierro (Fe), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn) y Selenio (Se) (microelementos), que también son necesarios pero en cantidades menores. Además de los mencionados, existen otra serie de minerales que no se discutirán en este artículo, ya que no hay suficiente evidencia de carencias de los mismos en rumiantes en nuestro país.

Las carencias ocurren cuando el mineral es consumido en cantidades inferiores a las requeridas por el animal,

*Revisión basada en el artículo de: F. Riet Correa "Suplementação mineral em pequenos ruminantes no semi-árido. Ciência Veterinária nos Trópicos (Recife).

o bien, cuando las dietas o sales minerales tienen proporciones incorrectas de minerales en su composición que compiten entre sí, dificultando la absorción.

Se reconocen tres etapas en la deficiencia de minerales. Estas van desde la no aparición de síntomas hasta la propia muerte del animal:

- i - agotamiento de minerales en los tejidos
- ii - enfermedad subclínica
- iii - enfermedad clínica.

En el agotamiento de minerales, la concentración de minerales en los tejidos es baja pero no afecta la producción porque los animales tienden a regular la ingestión deficiente o marginal a través de cambios en la excreción y absorción de los mismos.

La carencia sub-clínica conlleva a menor producción pero sin signos clínicos evidentes. En estos casos hay una respuesta a la suplementación mineral que se evidencia por mejores ganancias de peso, aumento en la producción de leche y mejores índices reproductivos. Muchas veces estas carencias son marginales, lo que significa que las respuestas a los suplementos pueden ocurrir o no, dependiendo de las necesidades del animal y de la disponibilidad de los demás elementos de la dieta (proteínas, energía, vitaminas y otros minerales).

En la carencia clínica los animales presentan síntomas clínicos, que pueden ser específicos o inespecíficos. Entre ellos cabe destacar: pérdida de peso, pelo seco y descolorido y "pica" (apetito anormal que lleva a los animales a ingerir huesos, piedras, suelo, corteza de los árboles, maderas, etc.). Una dieta deficiente no conlleva necesariamente a la enfermedad clínica.

Entre otros, existen varios factores que afectan la predisposición del animal a desarrollar la enfermedad: edad a la que ocurre la deficiencia; diferencia de requerimientos en función del genotipo; ocurrencia al mismo tiempo de infecciones u otras enfermedades; aumento en los requerimientos por factores fisiológicos como crecimiento, gestación y lactación; biotipo; volumen de las reservas orgánicas y variaciones individuales a la carencia de minerales.

El consumo de minerales por animales no suplementados depende de la composición y consumo total de forraje, del consumo y contenido mineral del agua de bebida y de la composición del suelo. Normalmente, el mayor aporte de minerales proviene del forraje consumido por el animal que a su vez depende de la interacción de varios factores como el suelo, la composición botánica, el estado vegetativo de las plantas, condiciones climáticas, utilización y manejo de las pasturas. La influencia de estos factores sobre los minerales es ampliamente variable. Por ejemplo, el Ca es un elemento que normalmente aumenta con la edad de la plantas mientras que el P, generalmente, es más abundante en las plantas verdes y jóvenes que en las maduras y secas.

Todos estos factores determinan que sea difícil predecir deficiencias minerales de importancia desde el punto de vista productivo. La deficiencia subclínica que afecta la performance animal sólo puede comprobarse mediante ensayos de suplementación mineral, aspecto que describiremos más adelante.

Minerales: niveles en pasturas nativas de Uruguay y principales síntomas ante una deficiencia o toxicidad

Los minerales descriptos a continuación han sido identificados como limitantes en una serie importante de trabajos experimentales a nivel nacional.

Calcio (Ca)

En Uruguay la deficiencia de calcio (Ca) generalmente no ocurre en rumiantes en pastoreo debido a que la mayoría de las pasturas tienen niveles adecuados de Ca. La concentración media de Ca en las pasturas naturales de nuestro país es de 0.43% (rango de 0.20 a 1.30%) variando los requerimientos entre 0.29 y 0.44%. La hipocalcemia (disminución de la concentración de Ca en sangre) que en ganado lechero se identifica como "vaca caída por falta de calcio" es una enfermedad que también ocurre en los ovinos y caprinos y no se debe a una deficiencia de Ca sino a una enfermedad metabólica asociada a la falta de movilización del Ca de los huesos que ocurre en el período cercano al parto.

En nuestras condiciones pastoriles también debemos cuidar que los corderos no estén parasitados con nematodos gastrointestinales, ya que éstos provocan problemas tanto en la absorción del Ca como del P, limitando el desarrollo esquelético y restringiendo el crecimiento del animal. El mismo problema de absorción de calcio se puede dar en el caso que el contenido de fósforo de las pasturas sea deficiente.

Contrariamente a lo que ocurre con las pasturas, la deficiencia de Ca es frecuente en animales alimentados con concentrados, porque los granos y sus subproductos son ricos en fósforo y pobres en Ca con una relación Ca:P menor que 1:1.



Esta baja relación es la principal responsable de la aparición de urolitiasis obstructiva (cálculos urinarios) en machos ovinos y caprinos estabulados o semiestabulados, siendo recomendada una relación Ca:P de 1:1 a 2:1 cuando el contenido de vitamina D es correcto.

Toxicidad: Altos niveles de Ca en la alimentación por largos períodos pueden ocasionar alteraciones óseas (osteopetrosis). La adición de Ca en exceso puede interferir con otros minerales (P, Mg, Fe, I, Zn y Mn) causando carencia de éstos.

Fósforo (P)

En Uruguay el P es uno de los minerales que se ha identificado como más deficiente en las pasturas. La concentración media de fósforo en las pasturas naturales de nuestro país es de 0.12% (0.10 a 0.35%), siendo los requerimientos para bovinos en crecimiento y vacas lecheras de 0.30%. La absorción del P depende de varios factores y entre ellos de la concentración de Ca de los alimentos. Altos consumos de Ca tienden a deprimir la absorción del fósforo, mientras que si el contenido de fósforo en la dieta es bajo, mejora la eficiencia de su absorción.

En los bovinos, el síntoma clínico más característico es la osteofagia (los animales consumen huesos). En animales adultos, preferentemente en vacas en lactación, se puede presentar osteomalacia, caracterizada por debilidad ósea, con fracturas y claudicación de los miembros anteriores con pasos cortos y marcha rígida. Los animales jóvenes en crecimiento pueden presentar raquitismo. Los animales con carencias subclínicas presentan menores ganancias de peso y mayores intervalos interparto.

Los suplementos minerales para bovinos deberán contener un mínimo de 6-8% de fósforo total, y en áreas donde el contenido de P en las pasturas sea menor al 0.2% conviene utilizar suplementos con 8-10% de P.

Toxicidad: En rumiantes alimentados con granos o sus subproductos no se recomienda la suplementación con P, pues esos alimentos contienen altos niveles de fósforo y bajos niveles de Ca, con una relación Ca:P menor a 1.

Sodio (Na)

Para el caso del Sodio (Na), los requerimientos son de 0.08 y 0.10% para ovinos y vacunos en pastoreo, respectivamente. Los resultados nacionales son escasos pero la mayoría coincide en que este mineral es deficiente en las pasturas la mayor parte del año con un rango medio de 0.04% (0.02 a 0.8%).

La deficiencia de Na es más probable que ocurra cuando los niveles bajos de la dieta están asociados con otros factores predisponentes como la lactación (pérdidas a través de la leche), épocas de extremo calor por pérdidas en la sudoración, trabajos intensos o ali-



mentación con pasturas en suelos ricamente fertilizados con potasio, el cual disminuye el contenido de Na en las pasturas.

Los signos clínicos de carencia de Na se caracterizan por una búsqueda acentuada del animal por sal, con pérdida o menor ganancia de peso, disminución en la producción de carne o leche, "pica" y tendencia de los animales a ingerir suelo o madera y a lamer el sudor de otros animales. En animales confinados algunas veces se ve que lamen las paredes.

Las recomendaciones para bovinos son de 9-10g de Na diario. En general, la provisión de Cloruro de Sodio (sal común) en un nivel de 0.25-0.5% del total de la ingesta se considera adecuado para rumiantes. Las reservas de Na y Cl en el organismo animal son limitadas por lo que es necesario suministrarlo de continuo.

Toxicidad: En bovinos la intoxicación por sal puede ocurrir en aquellos animales que han sido privados de agua por períodos largos y luego de ingerirla desarrollan edema cerebral y polioencefalomalacia. Es importante proveer todo el tiempo con agua a animales que están siendo suplementados con sal.

Magnesio (Mg)

La concentración media de Mg en las pasturas naturales de nuestro país es de 0.19% (0.07 a 0.58%), siendo los requerimientos para bovinos y ovinos de 0.12 y 0.19%, respectivamente. La deficiencia de magnesio conocida como tetania de la pasturas causa falta de apetito, hiperirritabilidad, contracciones musculares anormales y excesivas y salivación, llegando a la muerte del animal si no es tratada a tiempo.

La hipomagnesemia es un problema más frecuente en las vacas lecheras y habitualmente se da en animales pastoreando avena y raigrás muy jóvenes o con un alto crecimiento diario, que por lo general son pobres en Mg.

Toxicidad: Sólo se ha observado en ovinos y caprinos confinados y es otra causa de urolitiasis.

Yodo (I)

El I es un constituyente de las hormonas producidas por la glándula tiroides que participan en el metabolismo del agua, proteínas, carbohidratos, lípidos y otros minerales con influencia directa en la producción y reproducción de los animales domésticos.

La deficiencia de I en los animales provoca bocio, aborto y nacimiento de animales sin pelo y con aumento de tamaño de la glándula tiroides. La deficiencia de I puede ser primaria o secundaria a la alta ingestión de Ca, lo cual disminuye la absorción intestinal de I. En áreas de moderada deficiencia de I, donde la ocurrencia de bocio es rara, pueden presentarse altos índices de mortalidad perinatal.

Toxicidad: El I es un mineral poco tóxico.

Cobre (Cu)

La deficiencia de Cu ocurre por la ingestión de pasturas con bajo contenido de Cu, menor a 5 mg/kg (ppm) para ovinos y a 7 mg/kg para bovinos o por la presencia de antagonistas del Cu en la dieta, principalmente Mo, Fe, y S. La media de observaciones de contenido de Cu de pasturas naturales uruguayas fue de 6.2 ppm (1.3 a 14.1 ppm).

Los síntomas de la deficiencia de Cu incluyen diarrea, anemia, fragilidad ósea, pérdida de peso, despigmentación del pelo y de la lana, muerte súbita y alteraciones del sistema nervioso. Esta última, conocida como ataxia enzoótica ocurre en ovinos. La enfermedad se caracteriza por incoordinación progresiva de los miembros posteriores que evoluciona a una parálisis de los cuatro miembros y decúbito permanente. Información experimental demuestra que bovinos y ovinos consumiendo pasturas con más de 10 mg/kg de Molibdeno, deben ser suplementados con Cu y que relaciones de Cu:Mo menores a 5 conllevan a deficiencia de Cu.

Toxicidad: La intoxicación con Cu se da principalmente en ovinos. Esta se debe al consumo de granos o subproductos conteniendo más de 15mg de Cu/kg o por el consumo de suplementos minerales para bovinos que contienen 0,5% a 2% o más de sulfato de cobre o por el consumo de pasturas con alto contenido de Cu.

Cobalto (Co)

El contenido medio de Co de pasturas naturales uruguayas observado ha variado de 0.19 a 0.23 ppm en la MS, siendo los requerimientos para bovinos y ovinos de 0.11 y 0.08 ppm, respectivamente.

El principal efecto de la deficiencia de Co es la pérdida de apetito. El cuadro clínico de carencia se caracteriza por un adelgazamiento progresivo y anemia aún existiendo buena disponibilidad de forraje.

También es frecuente observar descargas oculares acuosas y "pica", donde se observa animales consumiendo cáscara de árboles y/o maderas. Los ovinos son más susceptibles a la carencia de Co que los bovinos.

Cuando se aplica la necropsia a animales que estaban enfermos, el hígado se observa con una coloración amarillenta.

Selenio (Se)

El contenido medio de Se de pasturas naturales, según los estudios, ha variado entre 0.10 y 0.046 ppm, siendo los requerimientos de Se para bovinos de 0.20 y para ovinos de 0.10 ppm.

La carencia de Se y vitamina E causa en los rumiantes una enfermedad conocida como "enfermedad del músculo blanco" o miopatía nutricional. La enfermedad se puede presentar tanto en animales en pastoreo como en animales estabulados. En estos últimos se debe fundamentalmente a la alimentación con concentrados con alto tenor de ácidos grasos no saturados, lo cual favorece la ocurrencia de deficiencia de Se y vitamina E. La enfermedad es frecuente en corderos, los cuales nacen muertos o mueren repentinamente con unos pocos días de vida. La mortalidad de corderos se puede presentar desde las 3 a 6 semanas de edad hasta el año. Si los animales no mueren pueden sufrir retardo en el crecimiento. En los animales adultos hay retención de placenta, pérdidas embrionarias entre la tercera y cuarta semana de gestación y en algunos casos diarrea.

Zinc (Zn)

La deficiencia de Zn causa disminución en la velocidad del crecimiento, menor consumo de alimento y disminución de los índices de conversión. En casos severos ocurre adelgazamiento, diarrea, pelo áspero, pérdida de pelo y lesiones de paraqueratosis de la piel que se observa seca, escamosa y con grietas.

Toxicidad: El Zn es un mineral poco tóxico para los rumiantes, sin embargo puede interferir con el Ca, Fe y Cu.



Diagnóstico de las deficiencias minerales.

Para el diagnóstico de deficiencias minerales se debe realizar un estudio del rebaño incluyendo: historia de manejo y examen clínico, así como la realización de necropsias y estudios histopatológicos.

El médico veterinario deberá ser quien registre todos estos datos con el objetivo de arribar a un diagnóstico. El profesional se podrá valer de análisis de tejidos animales, análisis de pasturas y/o ensayos de respuesta a la suplementación.

Análisis de minerales en tejidos

Los análisis químicos deben ser realizados en animales sospechosos de tener deficiencias minerales. Esto permite verificar directamente y con mayor rapidez las deficiencias existentes y con menor posibilidad de errores en la interpretación de los resultados.

Para el perfil de minerales se utilizan muestras de sangre, suero o plasma, hígado, huesos, orina, pelos y heces, dependiendo del mineral que se pretenda analizar.

Análisis de minerales en pasturas

El análisis de las pasturas es sólo un complemento para realizar el diagnóstico, ya que no se conoce necesariamente el consumo, absorción y utilización del mineral. Sin embargo, puede ser importante en algunas carencias, como en el caso de las de P y de Na, donde se puede determinar o no la necesidad de suplementación y en el caso particular del P, la cantidad a suplementar. También se puede utilizar en la carencia de Cu para determinar si es una carencia primaria o secundaria a altos niveles de consumo de Mo, S o Fe.

Ensayos de respuesta

La experimentación ha demostrado ser el mejor método de diagnóstico de deficiencias minerales subclínicas pero frecuentemente se hace difícil realizarla en condiciones comerciales donde ocurren deficiencias. Además es un proceso lento y caro. Los ensayos consisten básicamente en mantener dos grupos de animales homogéneos en condiciones de alimentación y manejo similares sobre pasturas sospechosas de ser deficientes.

A un grupo se le ofrece el mineral potencialmente deficiente manteniendo al otro grupo como control. La evaluación se hace en base al parámetro que está afectado por la carencia y en general es la ganancia de peso o la eficiencia reproductiva.

Estos experimentos son de fácil ejecución cuando el mineral se puede administrar vía parenteral (inyectable) ya que los animales (suplementados o no) se pueden mantener juntos. En el caso de no poder hacerlo, los animales suplementados deben permanecer separados de los no suplementados atendiendo que a los dos grupos se les ofrezca la misma pastura.

Conclusiones

El objetivo de este artículo ha sido plantear en forma genérica los principales problemas derivados de las deficiencias minerales en animales a pastoreo, con datos relevantes de los pocos estudios nacionales que existen sobre el tema.

Las deficiencias minerales en la dieta habitualmente pasan inadvertidas, pues otros factores limitantes (niveles de energía y proteína en la dieta, consumo insuficiente) condicionan la productividad animal, fundamentalmente en los sistemas extensivos.

Asimismo queda de manifiesto que la nutrición mineral es un tema de gran importancia en condiciones de pastoreo, que merece ser considerado por parte de productores y técnicos a la hora de plantearse metas productivas, y sobre el cual se debe continuar investigando.

Existe de todas formas la posibilidad de realizar análisis de tejidos, pasturas o ensayos de respuesta a la suplementación, que pueden ser utilizados como herramientas para verificar situaciones de deficiencias minerales y aplicar las medidas correctivas del caso.

Algunos laboratorios de referencia para determinación de minerales

DILAVE Miguel C. Rubino, a través del Departamento de Patología Clínica cuenta con un servicio de perfil de minerales en sangre. Para más información contactarse con el Dr. Gonzalo Uriarte (email: guriarte@mgap.gub.org o al teléfono 02 2221063).

El laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela cuenta con el servicio de análisis de minerales en pasturas y los minerales analizados son: calcio, cloro, cobre, hierro, potasio, magnesio, manganeso, molibdeno, sodio, fósforo, azufre y zinc. Para más información contactarse con el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela (email: labsue@inia.org.uy o al teléfono 0574 8000, interno 1444)

Material de Consulta

The mineral requirements of grazing animals. 1983. Ed. Grace, N.D. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication N° 9. Ruakura Agricultural Centre, Hamilton. 251 pp

Ungerfeld, E. 1998. Factores que afectan el contenido de minerales en pasturas naturales y el estado nutricional de vacunos y ovinos en Uruguay: 1998. Edición preliminar. INIA Tacuarembó. 230 pp.

El cloruro de sodio como potencializador de insecticidas para el control de chinches en soja



Programa Nacional de Cultivos de Secano
Ing. Agr. (MSc) María Stella Zerbino

En el marco de la agricultura sostenible, el problema de los insectos debe ser abordado desde la estrategia del manejo integrado de plagas, el cual se apoya en tres fundamentos, que lo diferencian claramente del modo de actuar frente a las plagas en un contexto de agricultura exclusivamente productivista:

- Integrar de modo racional y dar prioridad a instrumentos de control alternativos al químico.
- Decidir el momento de control basado en el seguimiento periódico y teniendo en cuenta los niveles de daño y no en base a la mera presencia/ausencia.
- Utilizar los principios activos y/o dosis que tengan los mínimos efectos colaterales negativos.

Las relaciones entre toxicidad, dosis, selectividad y residualidad son base del manejo racional de insecticidas. Estas dos últimas características dependen de las propiedades biocidas propias del principio activo y de la dosis en la cual son aplicados, de la sensibilidad de los artrópodos ya sean plaga o enemigos naturales (Castiglioni, 2000). La selectividad de un tratamiento químico puede ser lograda a través de la selección del ingrediente activo o de la dosis de los insecticidas que tienen amplio espectro.

Con la estrategia del manejo integrado de plagas se pretende controlar al agente nocivo, sin producir derivaciones indeseables como son: los efectos tóxicos a nivel humano y de la fauna silvestre, los problemas de contaminación ambiental, de resurgencia y de resistencia de insectos plaga y la eliminación de organismos útiles.

La resurgencia, que es el aumento rápido de la población del insecto plaga luego de una aplicación de plaguicidas, generalmente se registra cuando se realizan tratamientos químicos en forma frecuente en la misma área. Esta situación se agrava cuando los cultivos ocupan grandes extensiones, porque la probabilidad de recolonización por parte de los enemigos naturales es escasa, llegando al extremo que existan inclusive problemas de extinción de especies.

Si a la alta frecuencia de uso de insecticidas en grandes áreas, se suma que se utiliza el mismo principio activo en dosis tales que impide la recombinación de genes de los individuos susceptibles y de los resistentes en las poblaciones del insecto plaga, aparecen los problemas de resistencia.

Las características del cultivo de soja en nuestro país, con importante presencia de insectos plaga desde el inicio hasta el fin del ciclo de cultivo y el incremento del área que se ha producido, plantean la necesidad de buscar alternativas de control químico eficientes que tengan bajos impactos negativos en el ambiente.

El complejo de chinches compuesto principalmente por *Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula* presenta dificultades para su control mediante el uso de insecticidas, porque tienen tolerancia intrínseca a los principios activos que son utilizados comúnmente, por esta razón para su control se requiere el uso de dosis altas.

Por otra parte, como consecuencia de la migración de adultos se producen rápidos incrementos en la población y para mantener la misma por debajo del nivel de daño puede ser necesario un tratamiento adicional (Corso y Gazzoni, 1998).

Observaciones empíricas en Brasil han demostrado que estos insectos son atraídos por el sudor humano. Se constatan importantes concentraciones de adultos alrededor de la vestimenta colocada en los alambrados y en los mangos transpirados de las herramientas cuando se encuentran próximas a las chacras. Investigaciones preliminares indican que las sales inorgánicas del tipo del cloruro de potasio o de sodio están relacionadas a este fenómeno (Corso y Gazzoni 1998). Estos autores atribuyen al cloruro de sodio (sal de cocina) un efecto arrestante, es decir que los insectos están más activos, permanecen más tiempo sobre las plantas y se alimentan en períodos más prolongados lo que puede llevar a una ingestión mayor de insecticidas o el contacto por más tiempo con tejidos vegetales envenenados. Esto hace que la intoxicación sea más rápida y mejore la eficiencia del insecticida. Este efecto se percibe a las 24 horas y por un período de tiempo relativamente prolongado hasta el registro de precipitaciones, que lavarían el cloruro de sodio. En Australia Khan et al (2002), obtuvieron resultados similares para el control de chinches en el cultivo de algodón, disminuyendo el impacto de los tratamientos químicos sobre los enemigos naturales.

El procedimiento consiste en preparar una salmuera, la cual es mezclada con el agua del pulverizador y por último se agrega el insecticida. En aplicaciones terrestres se debe agregar 500 gramos de sal cada 100 litros de agua y en aplicaciones aéreas se debe elevar a 750 gramos.

Resultados Nacionales

En las tres últimas zafas fueron realizados experimentos, en los cuales se evaluó la eficiencia en el control de chinches de distintos principios activos, en sus dosis recomendadas y en la mitad de esa dosis con el agregado de cloruro de sodio al 0,5% (500g de sal/100 litros de agua) (Cuadro 1).

Cuadro 1 - Principios activos y dosis evaluadas. (2004-05, 2005-06, 2006-07)

Principio activo	Cloruro de sodio	Dosis/ha	2004 2005	2005 2006	2006 2007
Control s/insecticida	-				X
Endosulfan	-	437 ¹	X	X	X
Endosulfan	+	219 ¹	X	X	X
Carbaryl	-	833 ¹	X	X	X
Carbaryl	+	413 ¹	X	X	X
Thiametoxan + Cipermetrina	-	200 ²	X	X	X
Thiametoxan + Cipermetrina	+	100 ²			X
Imidacloprid + Betacyflutrín	-	750 ²			X
Imidacloprid + Betacyflutrín	+	375 ²			X

¹ Ingrediente activo

+ se agrega Cloruro de sodio

² Producto comercial

- sin Cloruro de sodio

Las aplicaciones fueron realizadas con un volumen de agua de 120 l/ha, cuando los cultivos se encontraban en estados reproductivos entre R4 y R6, dependiendo de la densidad poblacional. Se trató que la población de insectos fuera mayor a 3 individuos por paño, considerando únicamente las ninfas mayores a 0,5 cm y los adultos.

Los experimentos tuvieron diferentes características en cuanto a la fluctuación poblacional de los insectos, a las especies predominantes y a las condiciones climáticas, fundamentalmente precipitaciones. Los realizados en las zafas 2004-05 y 2006-07 se caracterizaron por el registro de importantes lluvias, en el último caso fue necesario realizar dos aplicaciones. El experimento del año 2005-06 se diferenció de los otros dos porque las precipitaciones registradas durante su ejecución no fueron importantes y además porque *P. guildinii* estuvo presente en bajas proporciones.

En los experimentos de los años 2004-05 y 2005-06, hasta los siete días de la aplicación, los tratamientos con Endosulfan y Carbaryl, sin y con el agregado de sal de cocina, fueron significativamente diferentes del testigo, y para un mismo insecticida no existieron diferencias entre los tratamientos sin y con el agregado de cloruro de sodio. En el experimento 2004-05 esta situación se mantuvo hasta los 15 días posteriores a la aplicación.

Respecto a los resultados obtenidos en la primera aplicación del experimento del 2006-07 (Figura 1), se destaca que, con excepción del Carbaryl, no hubieron diferencias entre la dosis recomendada y la dosis reducida.

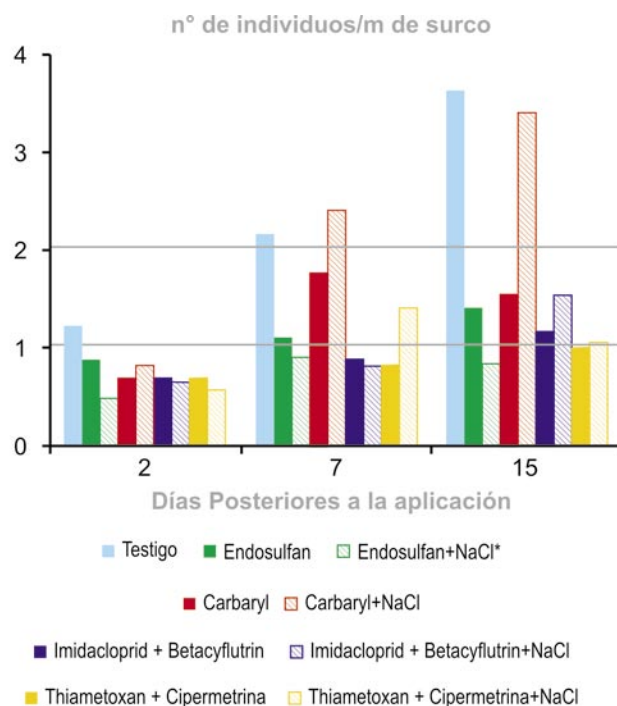


Figura 1 - Número de individuos mayores de 0,5 cm para los distintos tratamientos evaluados en la zafra 2006-07. * NaCl= cloruro de sodio

Cuadro 2 - Porcentaje de granos con daño de los distintos tratamientos en los tres experimentos

Tratamientos	Año		
	2004-05	2005-06	2006-07
Control s/insecticida	52	32	42
Endosulfan	20	14	20
Endosulfan + NaCl	21	23	19
Carbaryl	29	14	20
Carbaryl + NaCl	33	12	23
Connect	-	-	20
Connect + NaCl	-	-	17
Engeo	-	-	15
Engeo + NaCl	-	-	18

NaCl: Cloruro de Sodio

Luego de la cosecha se evaluó de manera visual el daño de los granos en los distintos tratamientos.

Puede llamar la atención que los valores registrados son bastante más altos que los registrados en lotes comerciales, pero hay que tener en cuenta que en la evaluación de control químico los tratamientos deben ser aplicados cuando se superan los niveles de daño.

Los resultados de los tres años indican que los tratamientos con insecticidas registraron un porcentaje de

granos con daño significativamente menor que el testigo sin insecticida y que para un mismo principio activo no hubo diferencias entre la dosis recomendada y la reducida al 50% más cloruro de sodio, con excepción del Endosulfan en el experimento del año 2005-06 (Cuadro 2).

Consideraciones generales

En los tres experimentos realizados, para un mismo principio activo, el número de individuos presentes en los distintos momentos de evaluación en los tratamientos con la dosis reducida más cloruro de sodio al 0,05% y la dosis recomendada fue similar.

Esto se vio reflejado en que el porcentaje de granos con daño siempre fue superior en el testigo y que no hubieron diferencias para un mismo principio activo entre la dosis recomendada y la dosis reducida con agregado de cloruro de sodio. De los 4 insecticidas evaluados, en las condiciones de los experimentos el Carbaryl fue el menos efectivo.

El agregado de sal al insecticida, además de reducir en 50% la contaminación, tiene como ventaja que proporciona al productor una disminución en los costos de producción y al país un ahorro de divisas. Considerando un área de 400.000 ha y 1,33 aplicaciones promedio por chacra para el control de estos insectos y U\$S 4,8 de costo por hectárea del tratamiento insecticida, la adopción de esta tecnología implicaría el ahorro aproximado de un millón trescientos mil dólares.

Complejo de chinches

El complejo de chinches compuesto principalmente por *Piezodorus guildinii* y *Nezara viridula* es uno de los problemas más importantes del cultivo de soja, debido al daño que causan y a las dificultades que presentan para su control.

Durante su desarrollo, estos insectos pasan por la fase de huevo, ninfa (cinco estadios) y adulto. Si bien los parámetros biológicos varían con la dieta y la temperatura, las ninfas completan su desarrollo en aproximadamente 25 días.

Los adultos inician la cópula en 8 días y las primeras oviposiciones ocurren entre los 16 y 22 días siguientes dependiendo de la especie. Cada hembra deposita en promedio de 120 a 170 huevos, lo cual varía con la especie, el ritmo de postura disminuye a medida que las hembras envejecen (Cuadro 3)(Figura2)

Las chinches se alimentan a través de la inserción de sus estiletes en diferentes estructuras de la planta, prefiriendo las vainas donde alcanzan directamente los granos. Como consecuencia de su hábito de alimentación, se produce el aborto de las flores, vainas y semillas y el achuzamiento total o parcial de los granos.

Cuadro 3 - Ciclo biológico de las especies más predominantes. (Adaptado de :Gazzoni et al., 1982; Corrêa-Ferreira y Panizzi, 1999)

Estado	Especie			
	Chinche pequeña <i>Piezodorus guildinii</i>		Chinche verde <i>Nezara viridula</i>	
	Tamaño (mm)	Duración (días)	Tamaño (mm)	Duración (días)
Huevo	1	7,5	1	6,8
Ninfa 1	1	4,3	1,3	4,2
Ninfa 2	2	5,9	3,1	6
Ninfa 3	4	5,5	3,4	5,4
Ninfa 4	6	6,1	7	6,5
Ninfa 5	8	9,7	9	12,4
Adulto	10	53,6	15	52,8
Pre-cópula (días)	8		8,2	
Pre-oviposición(días)	22		16	
Fecundidad (huevos/hembra)	123		150	

Figura 2 - Posturas y ninfas de primer estadio (izquierda); ninfas de tercer estadio (centro) y adultos (derecha) de *Piezodorus guildinii* (arriba) y *Nezara Viridula* (abajo).



Figura 3 - Daños de chinches en planta (retención foliar) y granos.

Otro daño que producen es que al introducir el aparato bucal en la semilla las chinches transmiten un hongo *Nematospora corily* que afecta la viabilidad o la emergencia de plántulas. Estos daños se reflejan en la disminución del rendimiento y en el porcentaje de aceite, y en la calidad y poder germinativo de la semilla. En ataques medios a altos es afectada la fisiología de la planta, que puede permanecer verde lo cual dificulta o torna imposible la cosecha.

Mientras el cultivo no desarrolla vainas, estos insectos están prácticamente ausentes. La colonización comienza desde el final del período vegetativo o durante la floración. A partir de la aparición de las primeras vainas, se inicia la reproducción en la soja y las poblaciones comienzan a aumentar, principalmente las ninfas. Al final del desarrollo de las vainas y el inicio de llenado de granos la población tiende a aumentar en forma exponencial, siendo el momento en que el cultivo es más susceptible al daño.

La población generalmente crece hasta el fin de llenado de grano, que es cuando alcanza el pico máximo. A partir de este momento, cuando el cultivo alcanza la madurez fisiológica, la población tiende a disminuir (Corrêa-Ferreira y Panizzi, 1999).

Para estimar la cantidad de individuos presentes en un cultivo se recomienda utilizar el paño blanco. Las visi-

tas a las chacras deben ser realizadas una vez a la semana en las horas más frescas del día. En las muestras se deben contabilizar en forma separada los individuos jóvenes y las ninfas mayores de 0,5 cm junto a los adultos. Cuando los cultivos son sembrados con espaciamiento estrecho se recomienda colocar el paño vertical y golpear una sola fila.

Una densidad poblacional de dos individuos por metro de surco no causa daños si el destino del cultivo es grano y si es para semilla hay que considerar un individuo por metro de surco.

Estos valores son resultado de la evaluación del efecto de diferentes poblaciones de chinches durante siete zafas consecutivas, donde se constató que hasta cuatro individuos mayores a 0,5 cm por metro de surco no afectaban la calidad de las semillas. Considerando estos resultados, los autores de este estudio establecieron un margen de seguridad de 100% en chacras comerciales y 300% en cultivos para la producción de semillas, lo que es suficiente para evitar el compromiso de la producción y calidad de los granos (Villas Bôas et al, 1990).

Bibliografía consultada

Zerbino, M.S. 2007. Avances en el control químico de insectos en soja. INIA, Actividades de difusión N° 505.

Evaluación del impacto ambiental de los plaguicidas en la Producción Hortifrutícola (Parte 2. Cultivos Hortícolas)



Diego Maeso¹, Saturnino Núñez¹, Pablo Núñez²,
Ignacio Mieres², Paula Conde², Felicia Duarte²
y Alfredo Bruno³

Introducción

En una entrega anterior se presentaron los resultados correspondientes a cultivos frutícolas de un trabajo de investigación comenzado por INIA Las Brujas en 2004, tendiente a evaluar el impacto ambiental derivado del uso de plaguicidas. En este artículo se hará lo propio con lo realizado en cultivos hortícolas y, finalmente se discutirán brevemente la información colectada y nuestras acciones en el tema para los próximos años. Dada la gran variedad y heterogeneidad de los cultivos hortícolas producidos en nuestro país, este estudio se restringió a dos: tomate y zanahoria. Tomate por el alto empleo de plaguicidas en su producción, tendiente a controlar sus múltiples problemas sanitarios y zanahoria por su importante área de producción y el surgimiento, en una zona determinada, de una plaga (el gorgojo de la zanahoria, *Listronotus dauci*) cuyo manejo aún no está ajustado y obliga a múltiples aplicaciones de insecticidas.

Como se expresó en el artículo anterior, estos trabajos buscaron obtener información objetiva en el tema que facilitara la toma de decisiones por parte de productores, consumidores y autoridades. En lo referente a INIA, abrir el campo a futuras investigaciones tendientes a mejorar el manejo de plaguicidas para obtener un producto comercial de calidad, sano y seguro, a través de un proceso de producción amigable con el medio ambiente.

Metodología usada en la evaluación del impacto ambiental

La metodología utilizada para la evaluación del impacto ambiental fue la descrita en el artículo precedente. En el caso de producción hortícola, en una primera etapa se realizaron encuestas a 51 productores de tomate y 26 de zanahoria de diferentes zonas del sur del país respecto al manejo, frecuencia de aplicación y tipo de plaguicidas utilizados, con la finalidad de caracterizar el uso de plaguicidas en esos cultivos.

Con esa información se llevaron a cabo dos estudios, en uno se trató de determinar la cantidad de residuos de plaguicidas en los distintos componentes del ecosistema (agua, sedimentos y suelo) y en los productos consumidos por el ser humano (en este caso frutos de tomate y raíces de zanahoria) en cultivos de un área geográfica determinada, asociada a un pequeño curso de agua. Para ello se realizaron análisis químicos, biológicos y estimaciones mediante modelos de simulación (modelo Soilfug, Di Guardo et. al. 1994). Los valores obtenidos fueron comparados con los límites de toxicidad de organismos del ecosistema. Se consideraron dos zonas: la cuenca de la cañada Cuchilla de Rocha (Sauce, departamento de Canelones), con una importante concentración de cultivos de tomate, entre otros, y la cuenca de la Cañada Costas del Colorado (próxima a San Antonio, departamento de Canelones) con una importante concentración de cultivos de zanahoria.

En el otro estudio se calculó el índice de impacto ambiental (EIQ, Kovach et. al. 1992) el cual, en función de las características de los productos aplicados, dosis y frecuencia de aplicación, permitió contrastar el impacto ambiental producido por tecnologías de control o sistemas de producción diferentes.

¹ Técnicos Protección Vegetal INIA. ² Pasantes convenio INIA-Fac. Agronomía. ³ Consultor BID

Los sistemas de producción comparados fueron el sistema convencional (PC) y la Producción Integrada (PI). La principal diferencia entre ambos radica en que en la PI hay un mayor compromiso con el medio ambiente, respetándose normas de producción que tienden a lograr, entre otras metas, una mayor sustentabilidad ambiental de la producción.

Para ello son claves la selección de plaguicidas de bajo impacto ambiental y su uso racional. Para el trabajo en zanahoria, como aún no existen cultivos bajo el sistema de producción integrada, la comparación se hizo entre áreas con y sin problemas de gorgojos.

A continuación se describen algunos de los resultados obtenidos.

Manipulación de plaguicidas

En las encuestas se detectaron problemas similares a los encontrados en fruticultura.

En tomate podemos mencionar la falta de una adecuada protección en la aplicación (solamente el 58% de los productores encuestados usa máscara y el 18% de ellos realiza las aplicaciones sin ningún tipo de protección, al cual se debe agregar un porcentaje variable que usa protección parcial).

Otras limitantes están relacionadas a la eficiencia de las aplicaciones. Al respecto, se encontró que 49% de los encuestados no usa máquinas diferentes para aplicar herbicidas, lo cual probablemente ocasione fallas en la aplicación (las boquillas apropiadas para aplicación de herbicidas no lo son para otros plaguicidas) y toxicidad al cultivo por restos de herbicidas si el lavado de la máquina no fue adecuado.

La gran mayoría (80%) de los productores calcula las dosis de los plaguicidas en base a un volumen de 100 litros de agua, sin considerar que los gastos de agua por superficie utilizados varían enormemente entre los



Cultivo de tomate en la cuenca de la Cañada Cuchilla de Rocha

productores encuestados. Esto seguramente ocasiona fallas de control por la sub-dosificación o de toxicidad por sobre-dosificación de los activos.

Se repite también lo observado en fruticultura relativo a la destrucción de los envases vacíos, no contándose con un mecanismo apropiado para su disposición final. En su mayoría, los productores contestaron que quemaban los envases vacíos de plaguicidas.

La información obtenida con productores de zanahoria reproduce lo observado en tomate con algunas diferencias. En este cultivo solamente el 19% de los encuestados usa máquinas diferentes para la aplicación de herbicidas y un porcentaje más alto (46%) utiliza la dosis por hectárea para calcular la cantidad de plaguicida a aplicar. Estas diferencias seguramente se deben a que la aplicación de plaguicidas en zanahoria se hace en su mayoría con pulverizadores de baral y a la importancia relativa que tienen los herbicidas en este cultivo, cuyas dosis forzosamente deben calcularse por unidad de superficie.

También en zanahoria, la protección del operario durante la aplicación de plaguicidas es incompleta (19% no se protege y 46% usa máscara) y se registran problemas en la deposición final de los envases (65% los quema).

Perfil del manejo sanitario

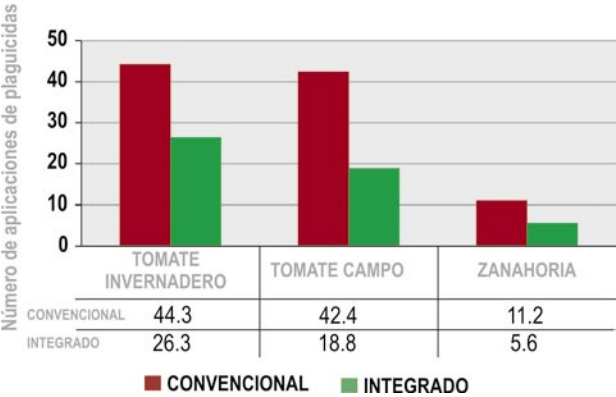
Con los datos recabados en las encuestas (número de aplicaciones, principios activos utilizados y dosis) se definieron perfiles promedios de aplicación de plaguicidas para los sistemas de producción convencional (PC) e integrada (PI) en los cultivos de tomate y zanahoria. Dado que no existen aún productores de zanahoria en el programa de producción integrada, la diferenciación entre sistemas en este cultivo se realizó entre dos zonas con diferente problemática sanitaria. La diferencia entre zonas se debió a la incidencia del gorgojo de la zanahoria, en una zona que obliga a los productores a realizar numerosas aplicaciones de insecticidas.



Naciente de Cañada Cuchilla de Rocha

De acuerdo a la Gráfica 1, en el sistema de producción integrada (o en el caso de zanahoria, en la zona sin gorgojo) se emplean alrededor de un 50% menos de aplicaciones de plaguicidas.

En tomate esta reducción va acompañada con una selección racional de productos, tendiendo a usarse en PI con mucha mayor frecuencia plaguicidas selectivos y de menor toxicidad que en PC. A modo de ejemplo, en PI no se emplean metamidofos, piretroides y antibióticos. Mancozeb en tanto, es únicamente empleado en la producción bajo invernáculo, en productos comerciales ya formulados en mezcla con otros fungicidas.



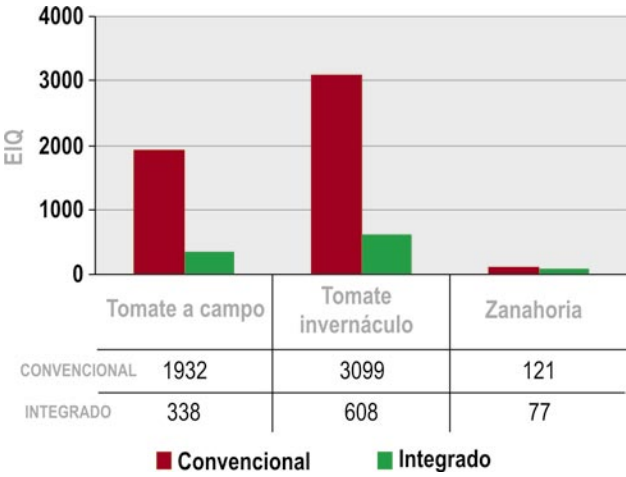
Gráfica 1 - Número promedio de aplicaciones de plaguicidas (insecticidas y fungicidas) en distintos cultivos hortícolas y diferentes sistemas de producción.

En zanahoria, la diferencia en el número de aplicaciones, como era de esperar, se debió a los insecticidas usados para controlar gorgojo, fundamentalmente clorpirifos y cipermetrina

Índice de impacto ambiental

Los valores del Índice de Impacto Ambiental (EIQ) calculados fueron siempre más altos en el sistema de producción convencional que en producción integrada (Gráfica 2). El tomate es el cultivo donde se observó la mayor diferencia entre sistemas, las cuales son consecuencia, no solo del número de aplicaciones, sino del impacto relativo de los productos empleados. Los fungicidas (cúpricos y no cúpricos) son los plaguicidas que más contribuyen al valor final del índice (90% aproximadamente), existiendo diferencias entre los cultivos de invernadero y campo. En los cultivos de campo, los cúpricos son los que más contribuyen al índice (58%), mientras que en invernáculo son los fungicidas no cúpricos (50%). Eso es explicado por los diferentes problemas sanitarios de esos cultivos (“botritis” en invernadero y bacteriosis en campo).

Los índices obtenidos en zanahoria, mucho menores que los de tomate (también lo era el número de apli-



Gráfica 2 - Valores del Índice de Impacto Ambiental (EIQ) en distintos cultivos hortícolas y diferentes sistemas de producción.

caciones) reflejan la incidencia del uso de insecticidas para el control del gorgojo (Cuadro 1).

Cuadro 1 - % de incidencia de los distintos plaguicidas en el índice de impacto ambiental en cultivos de zanahoria.

	Con gorgojo	Sin gorgojo
Insecticidas	52	27
Fungicidas cúpricos	20	20
Fungicidas no cúpricos	12	19
Herbicidas	16	34

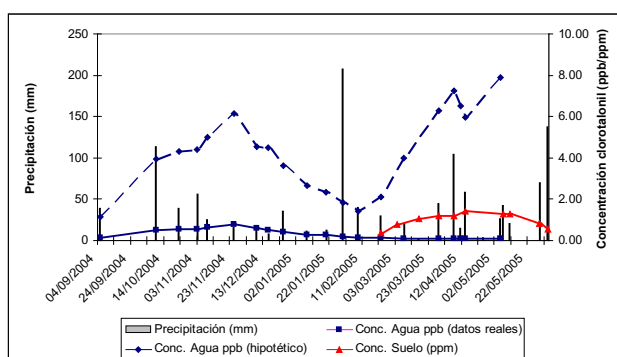
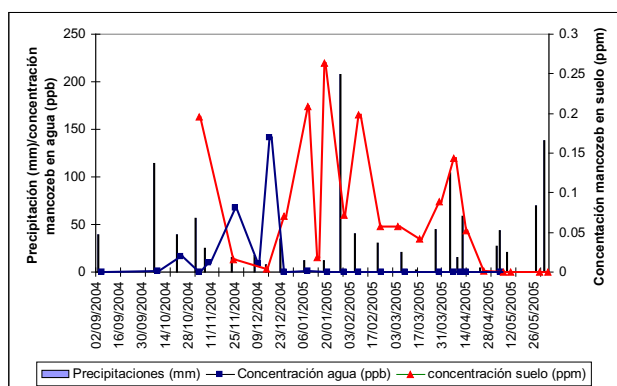
Seguimiento de los niveles de residuos

Tomate

Según la encuesta, los plaguicidas más utilizados por los productores de tomate de Cuchilla de Rocha fueron: mancozeb, clorotalonil y metamidofos.

El número de aplicaciones usado en la estimación de niveles de residuos con el modelo Soilfug y considerados representativos de la zona fue: 11 aplicaciones de mancozeb, 8 de clorotalonil y 7 de metamidofos, todas ellas concentradas entre noviembre y abril.

Para la estimación de residuos en agua de la cañada se plantearon dos escenarios, uno real tomando en cuenta lo realizado efectivamente por los productores de tomate (13 % del área cultivada) y uno hipotético en el cual se suponía que toda el área de la cuenca estaba cultivada con tomate y empleaba el esquema de aplicaciones mencionado. Los datos de estimación de residuos en suelo corresponden a productores específicos de los cuales se extrajeron muestras para análisis y se conocían todos los detalles de las aplicaciones de cada producto.



Gráfica 3 - Evolución de residuos de plaguicidas en suelo y agua, Soilfug, en cultivo de tomate, cuenca de la cañada C. de Rocha.

Los niveles de residuos en agua y suelo de estos tres plaguicidas estimados por el modelo Soilfug, fueron más altos en los momentos de mayor número de aplicaciones según la encuesta (Gráfica 3). No obstante, si esos valores se comparan con los niveles tóxicos para organismos indicadores (*Daphnia magna* en agua y lombrices de tierra), no superan los LC50¹ de los organismos indicadores (Ecotox, PAN) en ambos escenarios. Cabe destacar la diferente evolución de los residuos de mancozeb y metamidofos comparados con los de clorotalonil. Este último producto, debido a sus características, tiende a mantener sus niveles de residuos en suelo por mayor tiempo.

No se detectaron residuos de los plaguicidas utilizados en tomate en los análisis químicos de aguas y sedimentos de la cañada de Cuchilla de Rocha durante la temporada de cultivo, a inicios o a finales de la cuenca bajo estudio. Sí se detectaron a fines de marzo, residuos de productos que probablemente provenían de los predios frutícolas cercanos a la zona de muestreo (captan, carbaril e iprodione). No se encontró toxicidad en los organismos indicadores usados en las pruebas biológicas con esas muestras.

¹ LC50: Concentración letal 50. La concentración de una sustancia que mata al 50% de los individuos cuando es administrada en una única exposición. Da idea de la toxicidad aguda relativa de esa sustancia.

Se tomaron muestras de suelos para análisis de residuos de plaguicidas en cuatro oportunidades: 11/2, 2/3, 31/3 y 6/5, en tres cultivos en cada oportunidad. En casi todos los momentos se detectaron residuos de clorpirifos y clorotalonil en porcentaje variable, sin embargo los niveles detectados no superaron los LC 50 de los organismos indicadores (lombriz de tierra, *E. foetida*).

En los suelos de tres predios donde se cultivaba tomate en la cuenca de la cañada Cuchilla de Rocha se detectaron residuos de metabolitos de DDT, confirmando, al igual que lo observado en suelos frutícolas, la alta persistencia de este tipo de plaguicidas luego de muchos años sin uso.

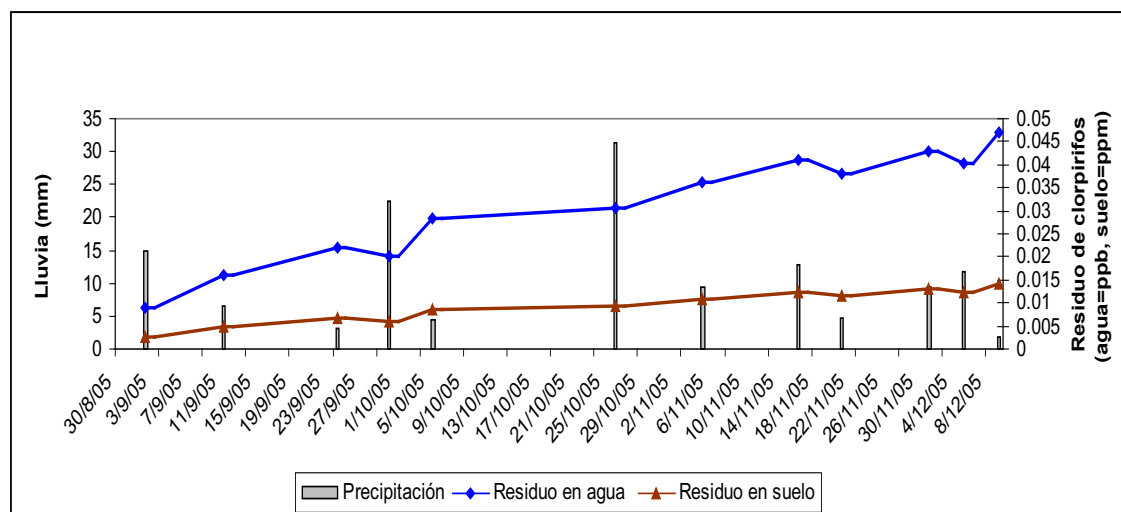
Zanahoria

Según el relevamiento efectuado, el plaguicida más utilizado entre los productores de zanahoria de la cuenca de la cañada Costas del Colorado fue clorpirifos, del cual se realizan en promedio siete aplicaciones quincenales por cultivo. En la Gráfica 4 se muestran las estimaciones de residuos en agua y suelo realizadas con el modelo Soilfug tomando en cuenta esa información, usando un escenario extremo (dosis de 0.8 kg/ha de i.a. y nueve aplicaciones quincenales por ciclo). Los niveles de residuos en agua y suelo de clorpirifos estimados por el modelo Soilfug muestran una tendencia acumulativa gradual llegando a diciembre con niveles máximos esperados de 0.047 ppm en suelo y 0.0143 ppb en agua. A diferencia de lo que ocurrió en los otros cultivos, en este caso los niveles estimados de residuos en agua sí superan los niveles tóxicos para *Daphnia magna*. En suelo, los niveles estimados no superaron los LC50 de los organismos indicadores.

No se detectaron plaguicidas en los análisis químicos de agua y sedimentos de la cañada de Costas del Colorado realizados complementariamente a las estimaciones con el modelo Soilfug durante la temporada de cultivo.



Cañada Costas del Colorado



Gráfica 4 - Evolución de los niveles de residuos de clorpirifos en suelo y agua estimados con el modelo Soilfug usando información de cultivos de zanahoria, cañada Costas del Colorado, Canelones.

Clorpirifos fue detectado en todas las muestras de suelo a fines de octubre (niveles de 0.2, 0.01 y 0.09 ppm respectivamente) y mediados de noviembre (0.5, 0.02 y 0.18 ppm). Cipermetrina fue detectado en todas las muestras de suelo a fines de octubre y en una a fines de noviembre a nivel de trazas. Esta información es consistente con la aplicación de ambos productos en mezcla por los productores y con las características de persistencia de ambos en suelo.

Las pruebas biológicas practicadas evidenciaron toxicidad aguda a *Daphnia magna* en tres muestras de suelo en dos fechas de análisis: 26/10 y 17/11, resultados que concuerdan con los niveles detectados de plaguicidas en suelo por métodos químicos.

En las muestras de suelo analizadas en esta zona no se detectaron residuos de metabolitos de DDT, lo cual podría ser explicado por el reciente uso agrícola de esos suelos.

Residuos de plaguicidas en el producto final

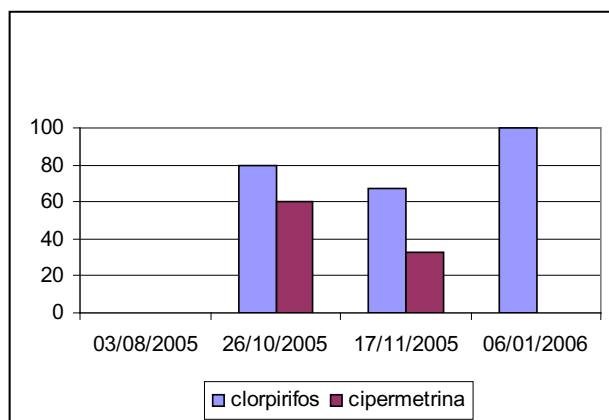
En primer lugar se debe aclarar que el número de muestras analizadas no permite sacar grandes conclusiones respecto a si el empleo de uno u otro sistema (PC o PI) se traduce en más o menos residuos en el producto final. En tomate, a nivel global, se detectaron residuos de plaguicidas en el 32% de las muestras de frutos analizadas (7/22). Si se separan por tipo de cultivo, corresponden al 25% de las muestras tomadas de invernaderos (2/8) y al 36% de cultivos a campo (5/14). En cuanto al sistema de producción: 38% de producción integrada (3/8) y 25% de convencional (3/12).

Sin embargo es importante detallar los plaguicidas detectados y sus niveles: procimidone (en invernadero de PI en dos oportunidades, 0.01 ppm), clorotalonil (en cul-

tivo a campo de PC, en dos oportunidades, 0.01 ppm), cipermetrina, clorpirifos y metamidofos (en cultivos a campo de PC una oportunidad, a nivel de trazas) y metil-clorpirifos (en cultivo a campo de PI en una oportunidad, a nivel de trazas). Un aspecto importante a tener en cuenta fue la imposibilidad de detección, por problemas de ajuste de técnica, de mancozeb, producto que como vimos, es muy usado en la producción convencional de tomate y no en integrada.

Cabe destacar que ninguno de los valores de residuos encontrados en frutos de tomate excede lo estipulado por el Codex Alimentarius como inocuo para la alimentación humana (<http://www.codexalimentarius.net>).

Debemos aquí recordar que la presencia de residuos de plaguicidas en fruta depende de lo realizado en los momentos cercanos a la cosecha; de esa forma, un manejo de plaguicidas ambientalmente amigable como lo es la PI no se diferencia de otro manejo con mayor carga



Gráfica 5 - Porcentaje de suelos con residuos de plaguicidas en cuatro fechas de análisis.



Cultivo de zanahoria en la cuenca de la cañada Costas del Colorado

de plaguicidas durante todo el ciclo si las aplicaciones cercanas a la cosecha en ambos fueron similares. Lo que sí es importante resaltar desde el punto de vista del consumo humano, es que si el productor respeta el tiempo de espera² de los productos que aplica, los residuos de los mismos en el producto final no superarán los valores admitidos.

El único plaguicida detectado en raíces de zanahoria fue clorpirifos. Este insecticida fue detectado en todas las muestras de raíces tomadas en los cultivos de la zona donde el gorgojo era un problema importante y en el 50% de las muestras tomadas en febrero 2006 en el resto de las zonas. Llama la atención, y en eso influye lo mencionado en tomate respecto a los tiempos de espera, que a pesar del número de aplicaciones realizadas durante la temporada, los niveles determinados (<0.06 ppm) en raíces fueron inferiores al LMR³ del Codex Alimentarius (0.5 ppm).

Comentarios finales

- De acuerdo a los resultados obtenidos hasta el momento es posible concluir que el número de aplicaciones de plaguicidas en los cultivos de producción convencional analizados puede ser reducido en forma significativa como lo demuestran los valores registrados en los sistemas de producción integrada. Esto, como se demostró, incide en los valores finales de los índices de impacto ambiental calculados.

²Tiempo que debe transcurrir entre la aplicación de un plaguicida y la cosecha.

³LMR: Concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg) en la superficie o la parte interna de productos alimenticios para consumo humano, recomendada por la Comisión del Codex Alimentarius, para que se permita legalmente su uso. Los alimentos que se ajustan a los respectivos LMR son toxicológicamente aceptables e inocuos para el ser humano. Los valores se obtienen basándose en la evaluación toxicológica del plaguicida y su residuo y el examen de datos de residuos obtenidos en ensayos y usos supervisados. (<http://www.fao.org/waicent/faostat/Pest-Residue/pest-s.htm>)

- Otro factor que aumenta esos índices en la producción convencional, es el uso excesivo de plaguicidas de alta toxicidad y baja selectividad como metilazinfos y metilparation en fruticultura y mancozeb, metamidofos, clorpirifos y piretroides en los cultivos hortícolas.

- Contrariamente a lo que comúnmente se cree, los fungicidas fueron los plaguicidas que más contribuyeron al impacto ambiental calculado a través del índice EIQ. Dentro de ellos debe hacerse una especial referencia a los fungicidas cúpricos, a los que se les atribuye un alto impacto ambiental debido fundamentalmente a su persistencia.

- Tanto los niveles de contaminación de plaguicidas estimados por el modelo Soilfug, como los detectados por análisis en los distintos componentes de los ecosistemas frutícolas y hortícolas, se encuentran en general dentro de niveles aceptables en comparación con los indicadores de toxicidad utilizados a nivel mundial. No obstante, el modelo Soilfug predice niveles potencialmente peligrosos de algunos plaguicidas que afectarían a los organismos indicadores (*Daphnia magna*): clorpirifos en la cuenca con cultivos de zanahoria y metilazinfos y metilparation en la cuenca con frutales.

- A pesar del uso excesivo de plaguicidas en algunos rubros, el hecho de que en nuestro país coexisten superficies dedicadas a cultivos y áreas sin cultivar, atemperan o bajan los niveles de residuos en aguas de escurrimiento superficial. Este hecho reafirma la importancia de que exista diversidad en nuestros agroecosistemas.

- En cuanto a los niveles de residuos de los plaguicidas en los productos finales: frutos y raíces, a excepción de una muestra, la totalidad de los niveles detectados estuvieron por debajo de los máximos permitidos en el Codex Alimentarius. En este sentido es necesario rescatar el valor real de cada una de las determinaciones. En general los plaguicidas que se detectaron en frutas o raíces, son aquellos que por su corto tiempo de espera se aplican cerca de cosecha (a excepción de clorpirifos), y los niveles detectados no implican riesgos para la



salud del consumidor, sin embargo, nada nos dice sobre el impacto ambiental del sistema de producción utilizado. Un sistema de producción que respete los tiempos de espera pero que no se preocupe del medio ambiente, puede obtener el mismo tipo de fruta, desde el punto de vista de su inocuidad, que un sistema de producción comprometido con el cuidado del medio ambiente.

- La conservación del medio ambiente tiene en general un costo económico adicional para los distintos sistemas de producción agrícola, razón por la cual el productor puede perder competitividad en aquellos mercados que solo valoren el producto y no la forma en que el mismo se produce.

En este escenario se requiere un rol protagónico del Estado para la promoción de los sistemas de producción amigables con el medio ambiente, que permita su utilización generalizada.

Debe tenerse en cuenta además que la conservación del medio ambiente tiene un valor estratégico para el país.



Perspectivas futuras

La investigación realizada hasta el momento es apenas una pequeña foto de la situación de plaguicidas a nivel de la producción hortifrutícola. Consideramos necesario continuar con estos trabajos a los efectos de tener un real conocimiento de la situación de plaguicidas a nivel productivo, así como lograr evaluar adecuadamente el impacto ambiental de las tecnologías recomendadas por la investigación nacional.

En función de la falta de información a nivel nacional del impacto de los plaguicidas, INIA considera importante continuar con el desarrollo de trabajos en el tema, priorizando además los aspectos referidos a la salud del productor y trabajador rural, la biodiversidad y la deriva potencial en la aplicación de los plaguicidas. En este sentido la continuación de esta investigación permitirá comparar el impacto ambiental de los sistemas de producción convencionales con otros diferenciados en cuanto a su conciencia ambiental (sistemas orgánicos e integrados).

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los numerosos colegas asesores técnicos privados y de organismos públicos (DIGEGR, Facultad de Agronomía, INIA, etc.), a todos los productores de las microcuencas seleccionadas y aquellos participantes de las encuestas quienes gentilmente y desinteresadamente contribuyeron a la realización de estos trabajos. Sin su valiosa colaboración esta actividad hubiera sido imposible. A todos ellos: ¡Gracias!

Bibliografía

- 1 - CARREGA E. et al. Informe final: Análisis de los cuadernos de campo temporada 2004-2005. Predeg INIA-Facultad de Agronomía
- 2 - <http://www.codexalimentarius.net/web/indexen.jsp>
- 3 - DI GUARDO, A.; D. CALAMARI; G. ZANIN; A. CONSALTER y D. MACKAY. 1994. A fugacity model of pesticide runoff to surface water: development and validation. Chemosphere, Vol. 28, N° 3 pp. 511 531. Elsevier Science Ltd. Great Britain.
- 4 - KOVACH, J., C. PETZOLD, J. DEgni and J. TETTE. 1992. A method to measure the environmental effect of pesticides. N.Y. Food Life Sci. Bull. N° 139. U.S.A.
- 5 - LEONI, C. et al. 2003. Síntesis de las normas de producción integrada de: Ajo, Cebolla, Lechuga a campo, Lechuga en invernáculo, Frutilla, Tomate a campo y Tomate en invernáculo. In: Producción Integrada en Uruguay. Proyecto PREDEG - GTZ, Montevideo, Uruguay. 258 p.
- 6 - <http://www.ipmccenters.org/Ecotox/DataAccess.cfm>
- 7 - PAN Pesticides Database - Chemical Toxicity Studies on Aquatic Organisms <http://www.pesticideinfo.org> (Footnotes)

Raleo en *Eucalyptus grandis*: algunos efectos sobre la cantidad y calidad de la madera producida.



Programa Nacional de Producción Forestal
Ing. Agr. (MSc) Fernando Resquín
Ing. Agr. Cecilia Rachid
Ing. Agr. (PhD) Zohra Bennadji

Introducción

El raleo de árboles de inferior calidad (tamaño y forma) es una práctica ampliamente difundida entre los productores y las empresas de la zona Norte de nuestro país, cuya producción tiene como destino final la obtención de madera para usos sólidos. Existe un concepto bastante generalizado sobre la conveniencia de resignar cantidad de madera producida, a favor de la producción de un tipo de madera de alta calidad industrial tanto para debobinado como para serrado. El concepto de calidad, además del tamaño (diámetro) de las trozas obtenidas, está fuertemente asociado a la producción de madera con la menor cantidad de nudos posible.

El uso combinado de podas y raleos permiten obtener una alta proporción de madera denominada de calidad (Figura 1) la cual se caracteriza por presentar alto valor estético, tiene un alto aprovechamiento y buenas propiedades tecnológicas lo que redundará en un alto precio. En ese sentido, la inversión realizada en la poda se coloca en las manos del raleo, debido a que es esta última práctica la que determina la cantidad de madera libre de nudos a ser producida.

El fundamento fisiológico de la utilización del raleo radica en la regulación de la competencia entre los individuos por luz y nutrientes. En dicha competencia existen dos aspectos importantes a tener en cuenta para lograr el mayor retorno económico: el momento y número de intervenciones y el número de árboles a extraer en cada intervención. En relación al primer punto la experiencia práctica y los resultados presentados en la literatura relacionada con estos temas, muestran que los raleos tempranos e intensos permiten obtener, al turno final, trozas de grandes diámetros y una baja producción de madera por hectárea.



Figura 1 - Distintos tipos de calidad de madera en una troza comercial.

Por otro lado, la alternativa de atrasar los raleos y/o cortar una baja proporción de árboles en cada intervención implica llegar al turno final con grandes volúmenes de madera aserrable de diámetro menor y/o para la producción de celulosa.

En relación al segundo punto es igualmente importante poder determinar un número de árboles tal que permita alcanzar grandes diámetros (45 a 50 cm. aprox.) al turno final perdiendo la menor cantidad posible de volumen por unidad de superficie. Esto sin duda, debe estar acompañado de un análisis para identificar el menor número de intervenciones posible que permita cumplir con los objetivos planteados.

Algunos resultados obtenidos sobre el crecimiento

A nivel nacional, el Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal (PNIPF) del INIA ha venido evaluando ensayos de intensidades de raleo en *Eucalyptus grandis* instalados en la zona de Tacuarembó-Rivera teniendo en cuenta las altas tasas de crecimiento que alcanza esta especie en el norte del país, sumado al hecho de que por razones de distancia a los puertos es necesario producir madera con un alto valor agregado. Los resultados obtenidos hasta el momento en general permiten concluir que en esta zona el raleo tiene un marcado efecto aún en las primeras etapas del cultivo.

En suelos de la zona 7, algunos resultados indican que a una edad tan temprana como a los 1½ o 2 años con una población efectiva de 780 árboles/hectárea (arb/ha) y un diámetro promedio de 7.4 cm (área basal de 3.5 m²/ha), aún no existe una fuerte competencia, aunque se observa cierta tendencia a un mayor incremento en diámetro en rodales con menores poblaciones (Cuadro 1). Sin embargo, si se ha detectado competencia en rodales de 4 años (utilizando una semilla proveniente de huerto semillero) con una población efectiva de 1000 arb/ha y un diámetro promedio de 12.7 cm (área basal de 14 m²/ha) (Cuadro 2), lo que estaría indicando un rango de edades para el inicio de competencia entre 1½ y 4 años para esta zona.

Cuadro 1 - Valores de DAP (diámetro a la altura del pecho) para un rodal raleado al año y medio (primer raleo)

Tratamiento	DAP medio (cm)			Incremento
	Inicial	Post raleo	7 meses después	15 meses
Raleo fuerte	7.5	8.2	10.8	31.7%
Raleo medio	7.6	8.0	10.5	31.3%
Raleo suave	7.5	7.7	10.1	31.2%
Testigo*	7.4	6.9	9.3	34.8%

* sin raleo.

Cuadro 2 - Valores de DAP para un rodal raleado a los 4 años (primer raleo).

Tratamiento	DAP medio (cm)			Incremento
	Inicial	Post raleo	15 meses	15 meses
Raleo fuerte	12.5	15.2	19.5	28.6%
Raleo medio	12.5	14.5	18.6	28.2%
Raleo suave	12.8	14.2	17.8	25.2%
Testigo*	12.8	12.8	16	25.2%

* sin raleo.

Es de esperar que con materiales genéticos de alto crecimiento los efectos de la competencia entre árboles se manifieste en edades tempranas del ciclo.

Analizando un poco más en profundidad el efecto de distintos esquemas de raleo sobre el crecimiento de una fuente de semilla comercial sin ningún grado de mejora genética, vemos que en el caso de la aplicación de dos raleos al 4º y 8º año, y dejando 450 y 100 arb/ha es posible obtener valores promedios de DAP de 40 cm al año 14 de instalado el rodal (Figura 2).



Figura 2 - Valores de DAP al año14 en función del número de árboles por há dejados en pie en el segundo raleo.



A su vez este reducido número de árboles remanentes implica, como es de esperar, bajos niveles de crecimiento acumulado por hectárea con valores próximos a 200 m³/ha (volumen total y con corteza). Si esto lo traducimos a incrementos anuales obtenemos valores de 14 m³/ha/año lo cual representa niveles bajos de productividad para esta especie y en esta zona del país.

Por otro lado, la alternativa de utilizar un número de árboles remanentes por hectárea de entre 600 y 250 permite combinar mayores volúmenes por ha y relativamente altos valores de DAP (340 m³/ha y 35 cm, respectivamente) (Cuadro 3).

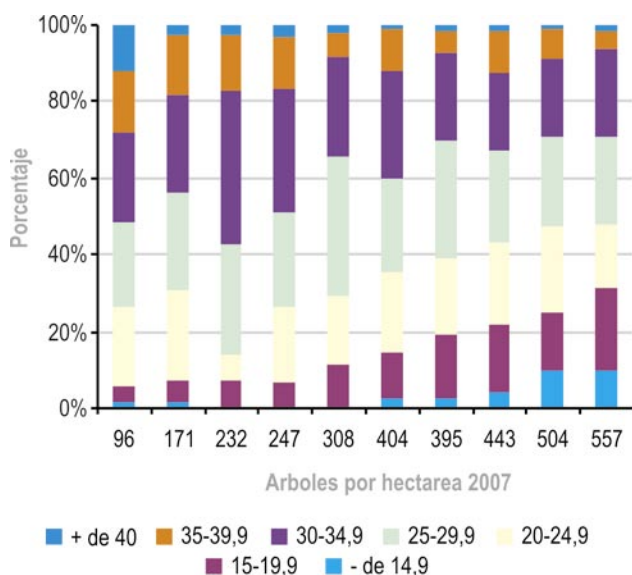


Figura 3 - Proporción de distintas clases diamétricas extraídos en 2da intervención para cada intensidad de raleo al año 12.

Cuadro 3 - Valores de productividad en pie y número de árboles por hectárea para las intensidades de raleo evaluadas al año 14.

N° de árboles/ha		
1er raleo (período 1997-2005)	2do raleo (Período 2005-2007)	Volúmen (m ³ /ha)
395-312	96	198.8
430-332	171	255.5
412-329	232	325.6
542-401	247	350.7
545-472	308	334.7
623-522	404	416.2
700-556	395	401.9
712-534	443	417.1
650-552	504	416.8
(Sin raleo) 822-557	(Sin raleo) 557	390.5

Por otro lado, con estos esquemas de intervención y con densidades remanentes luego del 2do raleo de 100 hasta 250 árboles por ha, es posible obtener una alta proporción de madera utilizable para la industria de aserrado o debobinado (Figura 3).

En estos casos es factible alcanzar alta proporción de trozas basales (próximo a 80%) con diámetros promedios superiores a 25 cm.

Si consideramos el comportamiento de los 100 mejores árboles (árboles dominantes y codominantes) en cada esquema de raleo vemos que en estos árboles la competencia, sobre todo en las primeras etapas del ciclo, tiene relativamente poco efecto sobre el crecimiento individual (DAP) (Figura 4).

Estos árboles, que comienzan a mostrar un crecimiento superior en las primeras etapas tempranas del cultivo, mantienen una tasa de crecimiento que es relativamente independiente (dentro de ciertos rangos de número de árboles) del grado de competencia que pueda existir en el rodal.

Posibles efectos sobre las propiedades de la madera

Si bien el efecto del espaciamiento sobre el crecimiento ha sido ampliamente estudiado en esta especie, no ocurre lo mismo con los efectos sobre las propiedades de la madera.

En general se acepta que cualquier práctica silvicultural que pretenda aumentar la tasa de crecimiento de los árboles, y por lo tanto la cantidad de madera producida, muchas veces tiene cierto efecto sobre la calidad de la misma. De esas prácticas, la fertilización, la distancia de plantación, la preparación del sitio, la poda y el raleo se mencionan como las más importantes.

A pesar de esto, también se señala que es muy difícil de prever con precisión los efectos finales del raleo sobre el tipo de madera a obtener.

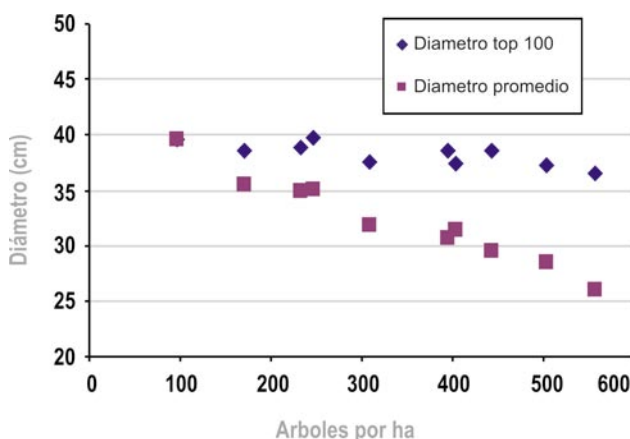


Figura 4 - Valores promedio de diámetro de los 100 árboles dominantes y co-dominantes y del promedio total para cada tratamiento.

La densidad de la madera es uno de los parámetros más usados para la definición de la calidad de la misma en cuanto a usos estructurales en donde la resistencia se torna un aspecto importante. Esto es debido a la estrecha relación que existe entre la densidad y las propiedades mecánicas de un gran número de especies.

La literatura es bastante coincidente en señalar que la reducción de competencia entre árboles favorece la formación de una alta proporción de madera "adulta" la cual se caracteriza por tener una mayor densidad básica. La formación de madera adulta en forma precoz está asociada a una mayor velocidad de formación de anillos de crecimiento debido a la menor competencia. Al mismo tiempo, por esta razón, se ha determinado la existencia de una mayor uniformidad de la densidad en sentido radial de la madera proveniente de montes con mayor intensidad de raleos.

En algunos casos la heterogeneidad de la materia prima puede resultar en inconvenientes al momento de su transformación (Figura 5). Para lograr esto, es importante tener en cuenta que se deben evitar los cambios abruptos en las condiciones de luminosidad y competencia entre árboles. Con respecto a esto, varios resultados empíricos muestran que una reducción excesiva en el número de árboles por hectárea en etapas tempranas del cultivo tienden a producir individuos con características poco deseables, como una elevada conicidad, baja altura y con ramas de gran tamaño.

Cabe destacar que existe información divergente en cuanto a los efectos de la alteración del ritmo de crecimiento sobre la densidad de la madera. En algunos casos se ha verificado cierto deterioro en la densidad pero se admite que esto podría atribuirse a algún otro efecto que estaría incidiendo sobre los resultados obtenidos, como por ejemplo tipo de muestreo, influencia de las características de la copa, crecimiento de los árboles muestreados, etc.

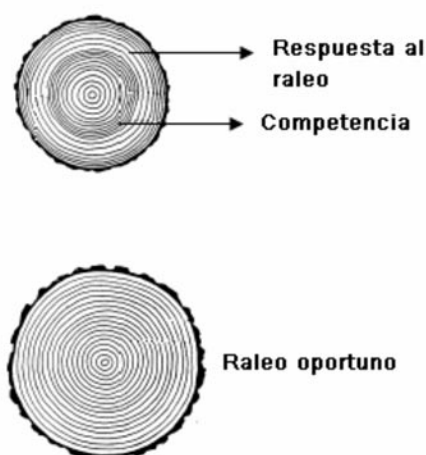


Figura 5 - Respuestas al crecimiento en diámetro bajo diferentes condiciones de competencia

Con respecto al efecto del raleo sobre el rajado producido por las tensiones de crecimiento, los resultados obtenidos indican que este defecto está asociado básicamente a factores genéticos y en menor medida al manejo. En ese sentido la bibliografía consultada reporta que en general un aumento del diámetro de las trozas tiende a reducir el efecto de las tensiones de crecimiento sobre las piezas aserradas, aunque en algunos casos no se ha detectado un efecto definido.

Conclusiones y perspectivas

Si bien los ensayos desarrollados por INIA están aportando datos en cuanto al crecimiento individual y por hectárea, surge la necesidad de determinar si existe algún cambio en las propiedades de la madera y de ser así, cuantificar en qué medida las podas y raleos están afectando a la calidad de la madera para aserrado y/o debobinado. Es por eso que el PNIPF en conjunto con el Laboratorio de Productos Forestales del LATU, en el marco de la Unidad Fray Bentos, ha puesto en marcha un plan de acción orientado a la cuantificación de los efectos de estas prácticas silviculturales sobre las propiedades de la madera de plantaciones de *Eucalyptus grandis*.

El estudio de los efectos del raleo sobre el tipo de madera producido está en su fase inicial pero los tendencias recabadas empíricamente y en revisiones bibliográficas permiten vislumbrar un campo de investigación con muchos impactos sobre la calidad de la misma y, en consecuencia, sobre la rentabilidad de los emprendimientos forestales orientados a la producción de madera para aserrado, tanto en el Norte como en otras zonas del país alejadas de los puertos.



Manejo de plantaciones de *E. grandis* con poda y raleo.

Proyectos de Investigación INIA

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola

Ing. Agr. (MSc) Carmen Goñi

Antecedentes

Como reflejo de un trabajo profesional sistemático, el rubro cítrico ocupa hoy una posición de relevancia en la balanza comercial del país, con una historia de exportación que supera las tres décadas. Con una media anual de producción de fruta de 300 mil toneladas, hoy representa aproximadamente el 6% del producto bruto agropecuario y una entrada de más de 60 millones de dólares, convirtiéndose en uno de los principales productos no tradicionales de exportación del país.

La citricultura nacional ha venido consolidándose como una cadena productiva de exportación a partir de la década del setenta, incrementando sus procesos productivos de integración vertical (producción-agroindustria-comercialización). Prácticamente la mitad de su producción es exportada (venta en contra estación) y el resto es destinada al consumo local y al procesamiento (jugos, concentrados, aceites esenciales, base de pectinas y pellets para ración de animales).

La producción citrícola ocupa una superficie efectiva de 14324 has, con casi 6,4 millones de plantas, donde el 89 % del total son plantas en producción. Dos grandes zonas productoras se diferencian en Uruguay en términos de superficie, especificidad productiva y escala de producción. La zona más extensa que abarca los departamentos de Salto, Paysandú, Río Negro y Rivera, cubre el 84 % de la superficie citrícola y concentra fundamentalmente la producción de naranjas y mandarinas en los predios de mayor escala. El resto de la superficie citrícola está dispersa entre los departamentos de San José, Canelones, Montevideo, Colonia, Maldonado, Florida y Soriano especializándose en el cultivo del limón como la especie principal.

Dos especies básicamente ocupan la mayor área citrícola del país, las naranjas con 6,5 mil ha y las mandarinas con unas 5,8 mil ha. Más del 75 % de la producción y el 71 % de las plantas existentes se concentran en pocos predios productivos, de una escala superior a las 50-200 mil plantas o mayores a 200 mil plantas, de las aproximadamente 400 empresas con plantaciones de cítricos del país.

Como actividad del agro uruguayo los cítricos se caracterizan por mantener la más alta intensidad en el uso de la mano de obra, en especial en los meses de invierno

a primavera. Se estima que alrededor de 10.000 personas trabajan en la totalidad del proceso productivo.

Enfoque estratégico

Calidad y Sanidad son los dos aspectos críticos requeridos de la producción para mantener las demandas de los mercados más exigentes a nivel mundial. Para lograr esa meta es clave el desarrollo y manejo de la tecnología orientada a la exportación de fruta fresca, con la mejora de la gestión global del proceso agroindustrial como camino para incidir eficazmente en la competitividad del rubro y la innovación asociativa de la gestión global del proceso agroindustrial, como camino de promoción e inclusión de nuevos productores al sector citrícola.

Mejorar el proceso productivo para lograr mayor calidad de fruta y favorecer una mayor relación valor/calidad de la producción implica, entre otras cosas, garantizar la sanidad, diversificar la oferta varietal, e implementar sistemas de gestión que faciliten la trazabilidad de la fruta desde el campo al consumidor. La manera de generar ese "valor", de contribuir a diferenciar esa producción y avalar su calidad es uniendo esfuerzos, complementando recursos y reorientando capacidades de forma de medir y relacionar los efectos de los factores bióticos y abióticos en la producción.

La otra forma ineludible que tenemos para aumentar la competitividad de esta cadena productiva y de reorientar la producción a mercados más valorizados es mejorando la sanidad de nuestra fruta. Para esto requerimos una generación continua de conocimientos



básicos y aplicados. Un trabajo que debe ser proactivo, que busque soluciones que controlen o mitiguen las restricciones sanitarias presentes y que además contemple las exigencias crecientes de los mercados en cuanto a inocuidad de las frutas para el consumo. A su vez acompañar el trabajo con acciones de soporte a las instituciones del Estado para responder a los compromisos internacionales y superar las trabas al comercio impuestas al rubro.

Es imprescindible además hacer un uso eficiente de los recursos en juego y contar con índices de evaluación del impacto de los conocimientos generados hasta la fecha, tanto en el ámbito social como ambiental.

Disponer de esos indicadores, implica mejoras en los análisis que faciliten la adopción tecnológica y propicien en definitiva la inversión productiva. Los proyectos de investigación del Programa para el periodo 2006-11 surgieron siguiendo los lineamientos estratégicos institucionales. Bajo este marco conceptual, fueron tomadas en cuenta las capacidades actuales del equipo de investigadores, los conocimientos disponibles, el grado de adopción que prevemos por los productores y las ponderaciones temáticas recabadas por el Grupo de Trabajo de Cítricos de INIA y con el aval del Consejo Asesor Regional.

“Variedades cítricas. Ampliación y diversificación de oportunidades para un mercado competitivo de fruta fresca”

Esta área de investigación cubre la continua evaluación de variedades y portainjertos, pero con un abordaje interdisciplinario a la solución de los problemas especialmente relacionados al sector productivo de exportación. Se incorporaron actividades concretas en mejoramiento genético, hibridaciones, el uso de marcadores moleculares y el ajuste de técnicas analíticas de mayor sensibilidad para garantizar el estado sanitario de los materiales a introducir. Un enfoque participativo del área de la genética, con la fitopatología, biotecnología y la poscosecha.

“Contribuciones para el manejo de riesgo de enfermedades cuarentenarias de los cítricos con un enfoque de sistema”

Aborda el problema de enfermedades cuarentenarias en cítricos (cancro cítrico, mancha negra, mosca) en forma orgánica y con la óptica de investigación en el largo plazo, pero buscando apoyar a la DGSA (MGAP) en sus análisis de riesgo y negociaciones para la apertura de mercados. Cubre actividades que contribuirán a mitigar la realidad sanitaria cuarentenaria a nivel de la cadena agroindustrial, desde el sitio de producción, (vectorización, cuantificación, uso de productos alternativos, residualidad, interacciones) packing (efectividad del proceso, evaluación de desinfectantes, sobrevivencia luego del proceso de packing etc.), certificación fitosanitaria y trazabilidad (muestreo, dispersión en campo, uso de modelos).



“Maximización de la sostenibilidad productiva en los sistemas de producción citrícola”

Busca soluciones causa-efecto al problema de la alterancia productiva, a nivel de planta y de los cuadros de producción (número de frutos, fotosíntesis y carbohidratos) y enfatiza en los procesos fisiológicos de floración, cuajados, brotaciones y desarrollo. Plantea una estrategia integrada de los factores que afectan estos procesos fisiológicos, desde el punto de vista de las técnicas de manejo (poda, fitoreguladores, riego, nutrición, etc). Aborda el tema manejo de suelos como actividad para una eficaz conservación de los recursos naturales. Las plagas (especialmente como las limitantes al desarrollo de las brotaciones) y su control integrado. A nivel del cuadro de producción pone énfasis en aquellos factores que afectan la sobrevivencia de las plantas.

“Tecnologías sustentables y no contaminantes para la mejora de la calidad de fruta en el proceso de producción y su mantenimiento durante la comercialización”

Aborda el tema de los descartes de fruta causados por defectos en la calidad de fruta desde la óptica de la fisiología, fitopatología, entomología y la poscosecha, buscando soluciones a los problemas causados por efectos bióticos y abióticos en planta, con énfasis en los daños de piel en frutos a nivel de la cadena productiva. Incorpora a la clásica identificación de daños y su control, la racionalización del uso de los agroquímicos y el control de residuos para asegurar la inocuidad al consumidor, la protección del ambiente, diferenciación y competitividad en el mercado.

“Dinámica de los componentes del rendimiento en la producción citrícola, su estimación y su relación con los escenarios microclimáticos”

Busca desarrollar e incorporar herramientas y técnicas de modelación y muestreo con fines de estimación y pronóstico de los escenarios productivos, a nivel fenológico, productivo y de calidad de la producción. A escala regional (área citrícola norte) y con más precisión propone balances hídricos para uso en la toma de decisiones como base para generar futuros sistemas expertos para uso predial.

Programa Nacional de Investigación en Producción de Carne y Lana

Ing. Agr. (PhD) Fabio Montossi

La producción de carne y lana ha sido tradicional en el país, constituyendo ambos rubros la base productiva del sector agropecuario. La superficie dedicada a ganadería, en forma exclusiva, bovina y ovina representa casi el 60% de la superficie total del país, convirtiéndose en un 82% cuando también se considera la superficie ganadera-lechera y agrícola-ganadera. Existen más de 38.000 explotaciones ganaderas puras y 7.370 establecimientos agrícola-ganaderos. La mayor parte de las explotaciones especializadas en ganadería de carne y lana (78%) son productores de tipo familiar, que poseen superficies de explotación menores a 500 has, lo que resalta la importancia social del sector.

La producción de carne vacuna ha crecido un 67% en los últimos 15 años, lo que constituye el período de mayor crecimiento en la historia del país, y sitúa a la ganadería uruguaya como de las más competitivas del mundo, siendo actualmente el 7° exportador mundial de carne bovina. Uruguay posee además plantas frigoríficas habilitadas para exportación hacia los mercados más exigentes.

En el rubro ovino, Uruguay se ubica como el 3er exportador de carne del mundo. Por otra parte, la producción de lana alcanza las 39.800 toneladas base sucia. Este sector representa aproximadamente el 10% de las exportaciones totales del Uruguay. Existen más de 50.000 puestos de trabajo directamente ligados a la producción ovina (esquiladores, transportistas, obreros textiles, obreros de la industria cárnica, servicios conexos, etc.). Existe una industria textil moderna que tiene la capacidad de procesar más de 90 millones de kilos de lana. Más del 80% de la lana es procesada en el Uruguay, particularmente para la exportación de tops. La producción está concentrada (aprox. 70%) en las áreas más marginales de producción (Basalto y Cristalino) donde otros rubros tienen dificultades para desarrollarse.

La producción mundial de carne vacuna y ovina, su consumo y el comercio, mantendrían una tendencia creciente en los próximos años, lo que supone una oportunidad para que la productividad ganadera nacional continúe aumentando. Se espera que se profundice el proceso de diferenciación y agregado de valor de las carnes uruguayas, con oferta variada de productos y con tendencia a un mayor grado de procesamiento de la carne que se exporta.

En lo referente a lanas, el desafío consiste en producir lanas finas y superfinas respondiendo a los cambios ocurridos en los hábitos de consumo de fibras textiles en los mercados más exigentes, al tiempo de incrementar la productividad y calidad de lanas medias.

Misión del Programa

“Generar soluciones tecnológicas que contribuyan al

desarrollo integral de los productores, de la cadena cárnica y de la textil-lanera del Uruguay, teniendo en cuenta las políticas de Estado, la sustentabilidad económica, ambiental, equidad social y promoviendo el fortalecimiento y consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT)”.

Objetivo General

“Mejorar la competitividad y los resultados económicos de los productores de carne y lana del Uruguay de modo que se reflejen en niveles crecientes de mejora en la calidad de vida de los mismos, donde la identificación, adaptación, formulación, desarrollo y difusión de diferentes opciones tecnológicas permita aumentar la cantidad, calidad y eficiencia de los productos y procesos de producción, teniendo en cuenta los requerimientos de los diferentes agentes de las cadenas de valor y los consumidores internos y externos, gestionando responsablemente la sustentabilidad medioambiental”.

Prioridades

- 1 - Concentrar y priorizar nuestros proyectos de investigación en temas relevantes a ser solucionados con una visión de mediano y largo plazo, racionalizando el sentido de urgencia, manteniendo la capacidad de respuesta para las necesidades de corto plazo.
- 2 - Las estrategias de investigación tienen un enfoque de cadenas de valor en un contexto nacional y regional, y la búsqueda de las soluciones tecnológicas tienen como base la interacción de rubros y disciplinas, donde interacciona y suman esfuerzos para el logro de los objetivos del Programa.
- 3 - Mejorar la competitividad de la cabaña nacional a nivel regional y extra-regional a través del uso del mejoramiento genético y la biotecnología aplicada en producción animal, como elementos de diferenciación y agregado de valor de productos y procesos cárnicos y textil-laneros.



4 - Incrementar la productividad, eficiencia técnica y la calidad del producto de los procesos de cría y recría ovina y bovina para atender la demanda creciente de productos cárnicos y textil-laneros diferenciados, requeridos por los mercados internacionales, en un contexto de mejora de la eficiencia económica, contemplando aspectos de bienestar animal, sanidad animal, éticos y de producción natural.

5 - Aumentar el volumen, eficiencia y consistencia de la producción de productos cárnicos diferenciados y de alto valor agregado orientados a satisfacer las demandas crecientes provenientes de mercados con diferentes exigencias, contemplando aspectos de bienestar animal, seguridad alimentaria, palatabilidad y valor nutritivo del producto y su influencia sobre la salud humana y las preferencias de los consumidores nacionales e internacionales.

6 - Mejorar la competitividad de los sistemas productivos ganaderos-laneros ubicados en áreas marginales de producción, mediante el incremento de la producción y calidad de lanas finas, superfinas y ultrafinas, atendiendo aspectos de sustentabilidad y biodiversidad de los recursos forrajeros, la demanda industrial y de los consumidores finales.

7 - Diversificar y complementar los sistemas de producción animal de carne y lana con la forestación, a través de la utilización eficiente de las áreas disponibles para la ganadería en el modelo tradicional forestal, y diseñando un modelo silvopastoril alternativo que contemple la producción integrada en sistemas predominantemente ganaderos.

8 - Prospección de la demanda tecnológica, evaluación, modelación y simulación del impacto productivo, económico, social y ambiental de los cambios técnicos propuestos para la producción de carne y lana. En este proceso se debe considerar los requerimientos y el accionar de los diferentes agentes de las cadenas de valor, las políticas de Estado, y las necesidades de diseño de estrategias de marketing con relación a las preferencias de los consumidores de los distintos segmentos/nichos de los mercados objetivo.

9 - Desarrollar una fuerte red de alianzas estratégicas (nacionales e internacionales) con los diferentes agentes públicos y privados asociados a la innovación tecnológica en las cadenas agroalimentarias y textil que involucre el accionar del Programa.

10 - Ejecutar un Plan de Difusión, Transferencia y Validación de Tecnología, dinámico, planificado, diferencial (según público objetivo) y priorizado, de los productos tecnológicos generados por el Programa, en el marco de alianzas estratégicas con actores públicos y privados asociados a la Innovación, Desarrollo e Investigación, para favorecer el proceso de adopción tecnológica.

Cobertura Nacional

Las acciones del Programa tienen cobertura nacional, concentradas en las Estaciones Experimentales de Las Brujas, La Estanzuela, Tacuarembó y Treinta y Tres, involucrando 8 Unidades Experimentales de las mencionadas Estaciones. Estas actividades se complementan con Estaciones Experimentales y/o Laboratorios de la



Universidad de la República, Universidad del Trabajo, SUL, LATU, FUCREA, etc. y predios de productores y Campos de Sociedades y Asociaciones Agropecuarias distribuidos por todo el Uruguay.

Proyectos Estratégicos

1 - Mejora de la competitividad nacional e internacional de la cadena cárnica y textil lanera nacional por el uso del mejoramiento genético y la biotecnología aplicada.

2 - Incrementar la productividad y eficiencia de los procesos de la cría vacuna y ovina a nivel nacional.

3 - Mejora de la productividad, eficiencia y calidad del producto en sistemas de engorde de bovinos y ovinos, considerando aspectos de salud, bienestar animal, inocuidad alimentaria, características organolépticas y de aceptación de las carnes ovinas y bovinas del Uruguay.

4 - Mejora de la competitividad de los sistemas ganaderos-laneros extensivos especializados en la producción de carne ovina y lanas de alto valor agregado.

5 - Impacto productivo, económico, social y ambiental de los cambios técnicos propuestos para la producción de carne y lana.

Se incluyen otros proyectos asociados con Unidades Tecnológicas, Programas Nacionales, Proyectos Regionales y Áreas Estratégicas de INIA, donde se destacan:

1 - Sostenibilidad económica y ambiental en sistemas ganaderos y lecheros intensivos.

2 - Producción agroforestal en las regiones norte y noreste del Uruguay.

3 - Utilización de pasturas y su impacto en la relación suelo-planta-animal y en la sostenibilidad de diversos sistemas de producción.

Adicionalmente, se incluyen en el portafolio de Proyectos más de 30 iniciativas de investigación dedicados a las temáticas asociadas a la producción bovina, ovina, porcina y avícola, que priorizan particularmente la sanidad animal, y que están siendo ejecutadas por diferentes instituciones de investigación nacional (en su gran mayoría) e internacional a través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria de INIA.

Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz

Ing. Agr. (MSc) Pedro Blanco

El sector arrocerero uruguayo se ha desarrollado con una orientación exportadora y se ha caracterizado por la integración entre producción e industria, dinamismo e incorporación de tecnología. El sector ha exportado consistentemente 90% de la producción, ocupando nuestro país el 7° lugar entre los exportadores de arroz. Actualmente, el área de siembra alcanza a 185.000 ha y en los últimos tres años el cultivo ha promediado aproximadamente 10% del valor de la producción bruta agropecuaria (DIEA). Debido a la siembra de pasturas mejoradas en rotación con arroz, el cultivo también ha actuado como fuerte dinamizador de la producción pecuaria, especialmente en la zona Este. La incorporación de diversas tecnologías ha permitido un crecimiento de los rendimientos de arroz del país a un ritmo de 88 kg/ha/año, en los últimos 38 años, alcanzando en la zafra 2006/07 un rendimiento record de casi 8 t/ha.

La fuerte caída en los precios internacionales del arroz, que se redujeron 50% entre 1997/98 y 2001/02, provocó una disminución en el número de productores, que pasó de 674 a 573, entre 1998 y 2005, dándose esta reducción principalmente en los pequeños productores. La mayoría de las explotaciones arroceras se dedican exclusivamente al cultivo (66%) y aproximadamente 75% del área es sembrada en tierras arrendadas (DIEA). Tanto el sector industrial arrocerero como el productor están nucleados en sus respectivas asociaciones nacionales de larga trayectoria y su integración se ve reflejada en un sistema que incluye contratos de producción, convenio de fijación de precios, pago ajustado por calidad del producto, asociación de empresas industriales en algunos emprendimientos y exportación, etc.

El plan de investigación en arroz para el periodo 2007-2011 fue formulado en interacción con productores y técnicos en Grupos de Trabajo de INIA, así como en articulación con otras instituciones. El Programa tiene planteado como objetivo general contribuir a la sustentabilidad económica, social y ambiental de la cadena arrocerera a través del desarrollo de cultivares e integración de buenas prácticas de manejo, de manera de optimizar el potencial de rendimiento, la calidad de grano y la conservación de los recursos naturales en los sistemas productivos. Los proyectos propuestos para el periodo mencionado son:

Mejoramiento genético de arroz

En este proyecto, se busca desarrollar variedades en los tipos de grano demandados por el sector arrocerero, con características superiores a las disponibles, que mejoren la competitividad y faciliten la inserción internacional de nuestra producción.

Los esfuerzos se continúan concentrando en el desarrollo de variedades de grano largo, de tipo Indica o de calidad americana, que son las cultivadas en la casi to-

talidad del área. Es prioritario liberar nuevas variedades de calidad americana, con las cuales acceder en mejores condiciones de competencia a mercados extra regionales, así como incorporar resistencia a la enfermedad Brusone en las variedades Indica, para lo cual se complementan cruzamientos locales con la introducción de materiales del Fondo Latinoamericano para Arroz de Riego (FLAR), y se utilizarán herramientas moleculares en un nuevo laboratorio regional de biotecnología en INIA Treinta y Tres.

Asimismo, se mantienen acuerdos de vinculación tecnológica con empresas internacionales para el desarrollo de variedades Clearfield, resistentes a la familia de herbicidas imidazolinonas (BASF), y para el desarrollo de híbridos utilizando cultivares locales (RiceTec). La coyuntura del mercado internacional ha reavivado el interés por granos medios y cortos. El programa también está trabajando en estos granos, así como en los aromáticos, altamente valorados por algunos mercados.

Manejo de malezas en el cultivo de arroz en Uruguay

En este proyecto se busca aportar información para establecer un manejo integrado de las malezas, donde los herbicidas permitan obtener un control eficiente de las mismas, de manera que sea sostenible en el tiempo y compatible con el ambiente. Se continúa con actividades para evaluar nuevos principios activos para el control de capin y manejos que maximicen la eficiencia de su control con los herbicidas existentes, reduciendo la carga de herbicida aplicada.

En el proyecto también se han incorporado líneas de trabajo para enfrentar nuevos desafíos, como identificar la eventual existencia de resistencia del capin a los principales herbicidas y como enfrentarla. Con la ejecución de un proyecto regional cooperativo (FONTAGRO), también se está profundizando en el estudio del impacto ambiental del arroz resistente a imidazolinonas (Clearfield).

En un escenario internacional de crecimiento de esta tecnología, que permite el control químico del arroz rojo,



se estudian los efectos de la residualidad de imidazolinonas sobre las pasturas o variedades convencionales sembradas luego de un arroz Clearfield.

Valorización del sistema de producción arrocero

El sistema de rotación arroz-pasturas utilizado en nuestro país posee características singulares y puede considerarse como de menor intensidad y ambientalmente más amigable que los predominantes internacionalmente, existiendo oportunidades para capitalizar estas ventajas comparativas. Este nuevo proyecto se enfoca en documentar la compatibilidad ambiental de nuestro sistema productivo, buscando definir buenas prácticas de manejo del cultivo, determinar su impacto ambiental y las posibilidades económicas y comerciales que ofrecería un sistema de diferenciación, en cooperación con una institución internacional. En esta temática, se articula con otras instituciones nacionales que están ejecutando proyectos FPTA para generar información actualizada sobre el impacto ambiental, determinar emisión de gases y desarrollar métodos de bajo costo para determinación de residuos de algunos agroquímicos.

Eficiencia de uso y manejo integrado del riego en el cultivo de arroz

El riego es un componente de gran importancia en el costo del cultivo, lo cuál se ve acentuado en el escenario actual, con costos crecientes de energía. El proyecto busca determinar tecnologías y prácticas de manejo que permitan hacer un uso más eficiente del agua, contribuyendo a la sustentabilidad económica y ambiental del cultivo. Se están conduciendo actividades para determinar el manejo del riego de los principales cultivos en diferentes ambientes, así como para evaluar y ajustar tecnologías de riego alternativas que permitan realizar un uso más eficiente del recurso.

Manejo integrado de enfermedades y plagas en arroz

El proyecto tiene como objetivo desarrollar propuestas para mantener las poblaciones de patógenos e insectos del arroz en los mínimos niveles posibles, mediante estrategias de manejo integrado, que permitan disminuir la dependencia de los agroquímicos.

Respecto a enfermedades, se incluyen actividades para evaluar fungicidas para las enfermedades del tallo y



Brusone; momentos de aplicación de fungicida, alternativas de manejo de suelo, rastrojos y productos biológicos para enfermedades del tallo y caracterización de los hongos patógenos. Por primera vez se han incorporado trabajos sobre insectos, como el estudio de la biología del cascarudo del arroz en la zona Este, evaluación de insecticidas curasemillas y trampas de luz en su control, determinación del daño del gorgojo acuático en la zona Norte y su recuperación con la fertilización nitrogenada. En el estudio de esta plaga se están complementando esfuerzos con instituciones nacionales, a través de proyectos FPTA.

Eco-fisiología del cultivo de arroz en Uruguay

En este proyecto se estudian diversos aspectos de la ecología del sistema, con énfasis en las interacciones de aspectos fisiológicos de la especie, factores climáticos, la morfología funcional de la planta y la canopia y su impacto en las relaciones interespecíficas. Entre otros temas, se incluye el estudio del flujo génico entre el arroz resistente a las imidazolinonas y el arroz rojo (FONTAGRO), valoración de la tolerancia a frío de cultivos en condiciones controladas, identificación de características de las plantas que permitan combinar habilidad competitiva con malezas y potencial de rendimiento, calibración de modelos de desarrollo para los cultivos en las zonas Este y Norte y análisis de información en bases de datos de empresas agro-industriales.

Manejo sostenible de suelos y nutrición del cultivo de arroz

El proyecto busca viabilizar alternativas de reducción y/o eliminación del laboreo, a través de la generación y difusión de prácticas de manejo de suelo y de fertilización que reduzcan los costos y permitan la obtención de altos rendimientos. El manejo de la fertilización nitrogenada ajustada a los requerimientos del cultivo y la alta productividad sostenida con baja aplicación de este nutriente son claves para la sustentabilidad del sistema. En el proyecto se desarrollan actividades para ajustar la fertilización nitrogenada en nuevas variedades, determinar el efecto del frío en la respuesta a nitrógeno y estudiar la interacción densidad-nitrógeno en predios comerciales. Como parte del proyecto, también se consolidará información generada sobre la fertilización N-P-K del cultivo.



Programa Nacional de Investigación en Producción Familiar

Ing. Agr. (PhD) Alfredo Albin

En Uruguay la producción familiar (PF) es un sector social relevante, participando de las distintas cadenas productivas a nivel nacional. Por otra parte el sector juega un rol muy importante en la absorción de mano de obra y en la retención de la migración campo – ciudad.

A nivel nacional se están definiendo e implementando políticas diferenciales para la producción familiar. En este marco es imprescindible generar tecnologías adecuadas para el sector y desde INIA se consolida como un área estratégica, que deriva en la creación del Programa de Producción Familiar (PPF).

Se cree necesario y fundamental redoblar los esfuerzos para promover de manera más efectiva e integral el desarrollo de este sector social, considerándose de singular importancia la creación de espacios integradores entre programas e instituciones públicas y privadas, a fin de armonizar y fortalecer las acciones destinadas hacia la PF.

Los institutos de investigación y desarrollo (I+D) deben jugar un destacado papel, especialmente en el diseño y aplicación de enfoques metodológicos más apropiados a las particularidades de este tipo de producción y de los actores sociales que la componen, integrando tecnologías diferenciadas y metodologías participativas al esfuerzo tradicional realizado en I+D. Los proyectos de investigación, dentro del PPF, utilizan 3 herramientas metodológicas: **a)** la investigación analítica, **b)** los módulos de investigación-validación y **c)** una red de predios de productores, incorporando un claro enfoque participativo en el proceso de generación de conocimiento.

Dentro de este marco teórico, el PPF está ejecutando seis proyectos de investigación, en articulación con los otros programas nacionales de investigación de INIA y con programas nacionales de desarrollo rural.

1 - Desarrollo de tecnología de producción de materia prima y ajuste de procesos de transformación para la valorización de productos cárnicos de la producción familiar uruguaya

La orientación principal de este proyecto es identificar productos diferenciados, con potencial de valorización y adaptados a la producción en predios familiares, para luego generar las tecnologías más apropiadas a estos sistemas productivos.

Consta de 2 áreas de trabajo: una relacionada a identificar productos cárnicos provenientes de rumiantes (bovinos, ovinos) y la otra se focaliza en animales monogástricos (cerdos y conejos).



Este proyecto se ejecuta en conjunto con el Programa Nacional de Carne y Lana de INIA y es liderado por el Ing. Agr. (MSc) Gustavo Capra (gcapra@inia.org.uy).

2 - Desarrollo de tecnología de procesos en leches para la elaboración y comercialización de quesos diferenciados

Este proyecto aprovecha la información generada durante años, en relación a los aspectos productivos de leche de oveja y de cabra, por instituciones como Facultad de Agronomía, LATU e INIA.

El objetivo general es generar productos de alto valor comercial, elaborados con leches alternativas, dirigidos a mejorar las condiciones socio-económicas de productores familiares, a través de la caracterización de la leche de pequeños rumiantes y del estudio del mantenimiento de la calidad entre la producción y el producto final. A su vez se trabaja en la caracterización de los procesos y los productos en base a la identificación y uso de cultivos (fermentos) iniciadores nativos, específicos para los distintos tipos de quesos.

Este proyecto se articula con el Programa Nacional de Producción de Leche, participan científicos de la Facultad de Agronomía y es liderado por el Ing. Agr. Andrés Ganzábal (aganzabal@inia.org.uy).



3 - Desarrollo de la Agricultura Orgánica como alternativa válida para los productores familiares

La preocupación generalizada a nivel de la sociedad en su conjunto respecto de un desarrollo sustentable, y en especial con referencia a la agricultura, tiene una importante oportunidad en la agro-ecología. Según investigaciones realizadas a nivel del continente americano, la agricultura orgánica parece ser una alternativa viable para productores familiares, al contar con ventajas comparativas frente a los productores de gran escala. Pueden generar productos de mayor valor y cuidar del entorno en el que viven y trabajan, convirtiéndose en una alternativa válida para este tipo de sistema productivo.

Este proyecto abarca la implementación de un módulo de investigación-validación en INIA, y la aplicación de metodologías de investigación participativa, articulada con distintos actores vinculados a la agro-ecología (Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias, DIGEGR, APODU, Centro Emmanuel, Red de Agroecología, Intendencia Municipal de Treinta y Tres).

A nivel interno participan los Programas Nacionales de Producción Hortícola y Frutícola y la Unidad de Comunicación y Transferencia de INIA. Lidera este proyecto el Ing. Agr. (PhD) Roberto Zoppolo (rzoppolo@inia.org.uy).

4 - Desarrollo de rubros adaptados a sistemas intensivos de Producción Familiar

Uno de los problemas que enfrenta la producción familiar en sistemas intensivos es el no disponer de alternativas de producción con destino agroindustrial.

Este proyecto investiga en 2 componentes: **a)** la incorporación en sistemas familiares de producción de culti-

vos para la transformación en bio-combustibles, como el boniato para la producción de alcohol y el ricino para la producción de biodiesel y **b)** el fortalecimiento de la cadena agro-comercial de plantas medicinales y aromáticas.

La articulación de este proyecto es con los Programas Nacionales de Producción Hortícola y de Producción y Sustentabilidad Ambiental. También este proyecto tiene actividades dentro del Programa Plantas Medicinales del MERCOSUR (PLAMSUR-FIDA), siendo liderado por el Ing. Agr. (MSc) José Villamil (jvillamil@inia.org.uy).

5 - Identificación de las principales restricciones para el desarrollo de la Agricultura Familiar en "Alrededores de la ciudad de Tacuarembó"

Este proyecto es de carácter regional ejecutado por el INIA Tacuarembó en articulación con el PPF.

Su objetivo es lograr un conocimiento más profundo de la realidad – productiva y sociológica - de este grupo de productores, así como de sus necesidades y demandas mediante un proceso de investigación participativa. El mismo es liderado por el Ing. Agr. (PhD) Gustavo Ferreira (gferreira@inia.org.uy).

6 - Sistematización de Experiencias Asociativas en dos colectivos de producción

En diciembre de 2006 se firmó un convenio entre el Programa Uruguay Rural (PUR-MGAP) y el INIA con el objetivo de desarrollar proyectos conjuntos de investigación y desarrollo en las zonas de influencia de las Mesas de Desarrollo Regional de todo el país, utilizando metodologías de trabajo participativas que apunten a la apropiación del conocimiento generado y faciliten su adopción por parte de los productores familiares en situación de pobreza.

Dentro del marco del convenio es que se ejecuta este proyecto, en la zona de Bella Unión y de Salto con el objetivo de realizar un estudio analítico de procesos asociativos (en sus dimensiones sociales y técnicas) como forma de contribuir a mejorar la sustentabilidad socio-económica de productores familiares y asalariados rurales que se encuentran debajo de la línea de pobreza. Un resultado esperado es generar propuestas de organización y gestión, adaptadas a las características de los sistemas de producción estudiados.

El convenio es coordinado por el Ing. Agr. Diego Acosta (dieacosta@gmail.com) por el PUR y el Ing. Agr. Alfredo Albin por INIA.

Estos proyectos dan contenido a esta primera etapa del PPF. Somos conscientes del desafío asumido y de la importancia de estar alerta a la identificación de nuevas líneas de trabajo, a la vez de realizar los ajustes que sean necesarios a los proyectos en ejecución.

Nuevo Gerente Programático-Operativo del INIA

En octubre de este año el Ing. Agr. Marcelo Salvagno Sellera fue seleccionado mediante llamado a concurso abierto para dirigir la Gerencia Programática Operativa de INIA, estructura creada en el marco de la revisión institucional que se ha procesado. El Ing. Agr. Salvagno es egresado de la Facultad de Agronomía de la UdelAR en 1989, obtuvo el Diploma en Gerencia Pública en la ORT en 1998 y la Maestría en Ciencias en la Pontificia Universidad Católica de Chile en 1998.

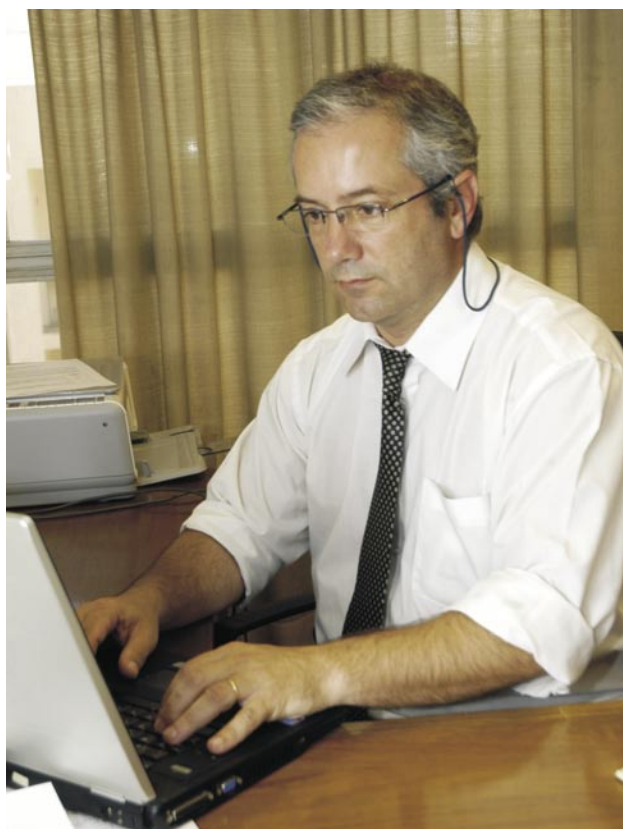
Fue técnico - asesor en la Dirección de Proyectos de Desarrollo de OPP – Presidencia de la República, en la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión con financiamiento externo y local. En los últimos años se desempeñó como Coordinador técnico del Fondo de Desarrollo del Interior en la órbita de Diprode – Presidencia, programa creado para cumplir con un mandato constitucional (reforma de 1996).

En la actividad privada se ha desempeñado como especialista en el diseño y evaluación de proyectos de inversión y analista de mercado. También ha tenido experiencia laboral como administrador de establecimientos agropecuarios.

El Planeamiento Estratégico desarrollado por INIA en los últimos meses implicó la revisión de la definición de la Misión, la Visión y los Valores Institucionales que regirán la acción institucional en el período 2006 – 2010. Apoyado en los Análisis de Ambiente Externo e Interno, la planificación, en un nivel más concreto se tradujo en el establecimiento de Objetivos y Directrices Estratégicas para el período.

A partir de estos elementos y con el apoyo de una consultoría externa se procedió a la revisión de los aspectos programáticos y organizacionales del Instituto.

Las reformas aprobadas en la estructura organizacional del INIA, así como las nuevas orientaciones para la definición de la matriz programática buscan: mejorar la pertinencia y eficacia del accionar del Instituto; mejorar las posibilidades de incorporación de nuevas temáticas emergentes; facilitar la transversalidad del trabajo de los equipos del INIA; mejorar y agilizar el proceso de toma de decisiones para fomentar espacios de trabajo y coordinación conjuntos que faciliten la complementación tanto entre los Programas y Unidades del INIA como con sus pares (en el Sistema Nacional de Innovación Agraria o el Gabinete de Innovación) y otros actores relevantes del medio.



Entre los principales cometidos de la Gerencia Programática - Operativa se encuentran:

- Coordinar el funcionamiento de las Regionales, Unidades Técnicas bajo su responsabilidad y Programas Nacionales.
- Participar en la elaboración de propuestas de objetivos, políticas y estrategias programáticas del Instituto.
- Instrumentar el funcionamiento del sistema de seguimiento y evaluación de los proyectos en ejecución y de todas las actividades de carácter científico – técnicas de la institución.
- Colaborar con la administración del Sistema Integral de Gestión.
- Apoyar la programación de los proyectos en su diseño metodológico acorde con las definiciones estratégicas institucionales.

En el marco de actuación de la Gerencia del Área Programática – Operativa se encuentran: las Direcciones Regionales, los Programas Nacionales de Investigación; las Unidades Técnicas de Comunicación y Transferencia de Tecnología, Biotecnología, Agroclima y Sistemas de Información; el equipo de Proyectos y el Servicio de Evaluación de Cultivares para el INASE.

Responsabilidad Institucional

INIA rindiendo cuentas

Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales en Investigación Agropecuaria



Ing. Agr. (PhD) Mario Allegri

Desde la re-formulación Institucional, INIA ha volcado significativos esfuerzos para afirmar su relación con la Sociedad, fundamentalmente en la definición de sus planes de trabajo en intensa consulta con sus demandantes, y en la evaluación externa, objetiva e independiente de los resultados e impactos de su accionar.

Este artículo introduce y difunde, resumidamente, recientes informes de auditorías y consultorías realizadas sobre la gestión económico-financiera, el impacto de préstamos de agencias internacionales de desarrollo, así como la percepción de los beneficios por el sector productivo.

Introducción

Las organizaciones, particularmente las que tienen fondos y fines públicos, deben dar cuenta a la Sociedad, demostrando con transparencia y objetividad sobre la ejecución de sus actividades, uso adecuado de los recursos disponibles, productividad, así como evidencias de resultados e impactos. De esta forma se respalda la responsabilidad institucional y se ofrecen insumos para la toma de decisiones futuras y mejora continua de la gestión.

INIA se encuentra abocado a la mejora continua de su gestión, en términos de efectividad, eficiencia y eficacia en el uso de los recursos disponibles, e impactos de los resultados y productos generados.

Los estudios de evaluación de impactos, mediante metodologías objetivas, contribuyen a rendir cuentas a la sociedad de los recursos asignados en investigación agropecuaria.

El enfoque metodológico multidimensional permite estimar tasas de retorno de las inversiones económicas, así como de las consecuencias sociales y ambientales.

Recientes evaluaciones externas de INIA muestran que, en general, los resultados esperados fueron cumplidos, y las evidencias de adopción indican impactos positivos, compensando ampliamente las inversiones aplicadas en investigación agropecuaria.

Rendición de Cuentas a la Sociedad

Los recursos asignados a la investigación agropecuaria, de naturaleza público/privada en el caso de INIA, requieren estimar los beneficios, considerando el costo de oportunidad de la inversión, con estudios económicos de la tasa de retorno, e impacto social y ambiental, pudiéndose comparar con otras alternativas, también esenciales para el país.

La evaluación de impactos conducidas por expertos externos, ajenos a la Institución, respaldan con metodologías validadas, análisis y opinión objetiva e independiente, aportando estimaciones en ese sentido, posicionando a INIA en su responsabilidad y capacidad de ejecución de proyectos de investigación propios y en colaboración con instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales.

Estudios de Impacto en Investigación Agropecuaria

La evaluación en un sentido amplio es una valoración de la calidad de la investigación, y documentarla es de suma utilidad para la Institución.

Los procesos de generación de tecnología son de largo plazo. En el caso de creación de variedades, desde que se inician los cruzamientos hasta la liberación, multiplicación y adopción masiva, aún con los avances en biotecnología, transcurre más de una década.

Los estudios retrospectivos de impacto, son evaluaciones ex-post para proporcionar evidencias convincentes sobre la inversión de los fondos asignados, y demostrar los beneficios económicos, sociales y ambientales que contribuyen al desarrollo sustentable del sector agropecuario y la economía nacional.

La estimación de los efectos de la investigación ejecutada refuerza la justificación del apoyo y financiación, abogando por la continuidad de la inversión, mejorando la responsabilidad institucional y aportando evidencias del valor de la investigación. Las lecciones aprendidas

de la evaluación de impacto contribuyen a mejorar futuras toma de decisiones, por administradores de investigación y formuladores de políticas tecnológicas. (Horton, D. et al., 1994).¹

Existe numerosa bibliografía relacionada con estudios de estimación de tasas de retorno a la inversión en investigación y/o extensión agropecuaria, generalmente con resultados muy positivos, variando los resultados en los diversos países y problemas enfocados.

Alston, J, et al., 2000, en un trabajo del IFPRI, Centro Internacional del CGIAR, procesando 1852 observaciones, reportan una tasa de retorno promedio de 47.6% para investigación y extensión, y específicamente para investigación agropecuaria, de 99.6%.²

En la reciente 4ta. Reunión Ministerial, Junta Interamericana de Agricultura, se presentó un trabajo del Banco Mundial destacando las significativas tasas de retorno estimadas de la inversión en investigación y desarrollo tecnológico agropecuario en países de América Latina y El Caribe, reportando valores en el entorno a 52% (Lederer, D. 2007, en base a Roseboom, H., 2003).³

En el país se evaluó el impacto en investigación en arroz del CIAAB durante las décadas 80's y 90's, obteniéndose una tasa de retorno de 52% (Echeverría, R., et al, 1989).⁴

Asimismo, la evaluación del impacto de la investigación en agricultura de secano del CIAAB, y de la investigación agrícola del Programa PROCISUR, resultaron en tasas de retorno de 92.1%, y 109%, respectivamente. (Ferreira, G. y E. Rodríguez Da Cruz, 1991).⁵

Inversión en Investigación Agropecuaria

La importancia de la investigación agropecuaria es derivada de la que se asigne a la agricultura en el desarrollo. La situación actual y tendencias futuras renuevan la atención global sobre el rol esencial de la agricultura en las políticas de desarrollo. La creciente demanda por productos de alto valor, y la alternativa agro-energética, han determinado aumentos en los precios de cereales, carne y leche. (Von Braum, J. 2007).⁶



Incrementos en productividad han estado estrechamente relacionados a la inversión en investigación agropecuaria, y con altos retornos en todas las regiones estudiadas, aun considerando posibles sesgos metodológicos, lo que justificaría aumentar su financiamiento.

Las asociaciones de productores han demostrado fuerte interés en participar responsablemente en procesos de innovación, y el mecanismo de compartir el financiamiento permite incrementar significativamente la intensidad de investigación, caso INIA Uruguay. (Banco Mundial, 2007).⁷

La inversión en investigación agropecuaria como % del PBI Agropecuario promedia 0.57% y 5.16% en los países en desarrollo y desarrollados, respectivamente, estando América Latina encima del 1%. La relación en inversión pública es de 4.8:1, y se eleva a 8.7:1, incluyendo el financiamiento privado, mayoritario en los países desarrollados. (Pardey, P., 2007).⁸

La estructura de financiamiento de INIA ha ligado sus ingresos al nivel de actividad del Sector Agropecuario, exponiéndose a sus oscilaciones, en torno al 1 % del PBI Agropecuario. En Uruguay, se propone alcanzar niveles de inversión de 1% en Ciencia y Tecnología con relación al PBI, integrando recursos públicos y privados, promoviendo la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, ANII, de reciente creación, representando un significativo fortalecimiento institucional en el país.

Uso de los Recursos Financieros de INIA

INIA tiene una figura jurídica de integración público/privada, co-financiada y co-gobernada por delegados del MGAP y de las Organizaciones de Productores.

El financiamiento se basa en los recursos provenientes del producido del adicional al IMEBA, a la tasa del 4 por mil, y el aporte de contraparte, al menos equivalente, del Poder Ejecutivo, complementándose con fondos por ingresos operativos, prestación de servicios especializados y venta de producción, convenios y donaciones. El uso de todos estos recursos requiere evaluación de sus impactos económicos, sociales y ambientales.

Planificación Estratégica

El INIA ha encarado un enfoque estratégico en la planificación de sus actividades, mediante una visión prospectiva orientada a dar respuestas a los cambios en el contexto, en el marco de los lineamientos de política de Estado. La Institución ha ido consolidando un sistema integral de planificación, seguimiento y evaluación.

El Plan Indicativo de Mediano Plazo (PIMP), involucra el análisis prospectivo del ambiente externo con horizonte quinquenal, en tanto el Plan Operativo Anual (POA), refiere a la dimensión anual de recursos humanos, financieros y físicos, y su utilización en las actividades programadas.

Los temas de investigación se alinean con las directrices estratégicas establecidas en un contexto de transparencia de la gestión tecnológica y de optimización del uso de los recursos, a través de la definición de indicadores y medios de verificación.⁹

Control Normativo y Presupuestal

INIA da cuenta de sus Balances Anuales. Corresponde destacar la preocupación por la gestión económico-financiera de la Institución.

La presentación anual de los Estados Contables, ajustados estrictamente a las normas y procedimientos vigentes en la materia, se refleja positivamente en los dictámenes de auditorías externas emitidos por el Tribunal de Cuentas de la República, y por la Consultora Ernst & Young, expresando que presentan razonablemente la situación económica y financiera de la Institución, sin formular salvedades. Se destaca el esfuerzo Institucional por mejorar el sistema de control interno, los procedimientos y gestión administrativa.¹⁰

INIA demuestra que:

- ejecuta las actividades en función de lo planificado, en base al seguimiento técnico y administrativo, mediante indicadores y medios de verificación, adoptando medidas correctivas cuando se requiere,
- aplica los recursos de acuerdo a las normativas establecidas para instituciones públicas, y con transparencia.

Entonces, se cumple con una condición necesaria pero no suficiente. Son necesarios los estudios de evaluación de impactos económicos, sociales y ambientales, para asegurar que la inversión que hace la Sociedad en investigación agropecuaria sea compensada con retornos positivos, y se contribuya efectivamente con la fundamental razón de ser de la Institución.

Evaluación de Impactos del Proyecto BID

La Institución contó con recursos estratégicos relacionados con cooperación técnica internacional, destacándose dos Proyectos con el BID.

El primer Proyecto BID (1989-1996) iniciado con el CIA-AB, que acompañó la implementación del INIA, estuvo focalizado en el fortalecimiento institucional, contribuyendo al desarrollo de capital humano, con formación a nivel de postgrado, e infraestructura física, particularmente construcción edilicia, maquinarias y equipo

experimental de campo y laboratorio en las Estaciones Experimentales.

Este Proyecto ha sido evaluado positivamente, destacándose las metodologías de planificación, seguimiento y evaluación impulsadas. (Vázquez Platero, R y A. Picerno, 1996).¹¹

Posteriormente, el INIA ha sido responsable por el Componente Generación y Transferencia de Tecnología, incluyendo la Línea de Investigación Estratégica, LIE, y la Línea de Investigación Aplicada, LIA, en el marco del Programa de Servicios Agropecuarios, PSA-MGAP/BID/INIA, durante el periodo 1999-2005. Los 11 Proyectos LIEs fueron ejecutados por INIA, en colaboración con centros de excelencia, y los 60 Proyectos LIAs, gestionados por INIA y ejecutados por instituciones seleccionadas y asignadas por fondos competitivos.

Al culminar este Proyecto BID, hubo una evaluación externa de su ejecución, señalando que los productos generados fueron satisfactorios, y algunos realmente muy productivos. El reglamento operativo sobre procedimientos dejó enseñanzas, en cuanto a transparencia del proceso y aplicación de rigurosidad académica en la evaluación de propuestas y de seguimiento de implementación. Se considera que la infraestructura desarrollada por INIA representa un activo, una plataforma tecnológica abierta al Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, y aportar insumos para los procesos de transferencia, adopción tecnológica e innovación, así como análisis prospectivos y formulación de políticas estratégicas tecnológicas sectoriales (Rubianes, E. 2005).¹²

Posteriormente, la evaluación de los resultados e impactos obtenidos en relación a los esperados de los componentes LIEs y LIAs, estuvo a cargo del Dr. Flavio Días Avila, Embrapa, Consultor, con la colaboración de los Técnicos involucrados en los Proyectos, responsables de INIA, MGAP y BID. (Días Avila, F. 2007).¹³

Los resultados han evidenciado que la gran mayoría de los resultados esperados por los Proyectos fueron cumplidos. Además, lo más importante, las evidencias de adopción de sus resultados indican que los impac-



tos son positivos, con alto retorno, compensando plenamente las inversiones realizadas por la sociedad.

Los Proyectos LIEs y LIAs han generado un diversificado conjunto de productos tecnológicos, y existen evidencias que estos resultados comienzan a ser adoptados a nivel de los usuarios, y se incrementarán en los próximos años.

La encuesta realizada, indica que 90,1% de los objetivos de los proyectos fueron cumplidos, excelente resultado.

En cuanto a las evidencias de impacto de los productos, debe considerarse una aproximación de lo que serán los impactos en los próximos 5 años, cuando la gran mayoría de los productos estarán siendo efectivamente adoptados.

Impactos Económicos

Mediante el uso del excedente económico, en base a los datos colectados y las entrevistas, se ha desarrollado el análisis costo/beneficio del Proyecto BID. Los resultados obtenidos indican que los Proyectos han generado un monto de beneficios que han compensado plenamente las inversiones realizadas.

La tasa interna de retorno estimada fue de 50,1%. El análisis de sensibilidad de la TIR indica que aún considerándose la hipótesis pesimista es todavía superior a 37,2%, y a su vez, en una hipótesis optimista sería superior a 67,3%.

El análisis tomando como base la relación Beneficio/Costo (B/C) y el Valor Actual Neto (VAN) también confirma esta rentabilidad de las inversiones. La relación B/C fue de 4,6, lo que significa que por cada dólar invertido en el Proyecto se estima un retorno de 4,6 dólares. El VAN fue positivo y superior a U\$S 41,2 millones, lo que representa quintuplicar el valor aplicado en el Proyecto.

Impactos Ambientales

Los productos generados, además de los beneficios económicos, impactan positivamente el medio ambiente, por un uso más racional de agroquímicos, energía y recursos naturales, así como en conservación ambiental, a nivel de la capacidad productiva del suelo y la biodiversidad.

Impactos Sociales

Los resultados de las encuestas a nivel de los líderes de Proyectos LIEs y LIAs sobre los impactos sociales, muestran la percepción de que los productos tecnológicos resultantes de los Proyectos generarán impactos muy positivos en los predios en que sean adoptados, en términos de la cantidad y calidad del empleo, salud y nutrición, así como en incrementos en generación de ingreso.



Otros Impactos en las Capacidades Institucionales

Los Proyectos han generado resultados y nuevos conocimientos que tienen una aplicación futura, representando impacto sobre el conocimiento. Hubo fortalecimiento de capacidad técnico-institucional de las instituciones involucradas, que contribuirá en el desarrollo de nuevos proyectos de investigación en áreas similares.

La formación de Recursos Humanos al más alto nivel académico en prestigiosas Universidades, constituye una reconocida fortaleza Institucional.

Se ha implantado el Sistema Integrado de Gestión, SIG, en INIA, mejorando el modelo de gestión, en los procesos operativos y de gestión estratégica. La formación de alianzas y el fortalecimiento de redes inter-institucionales, son también valiosos aportes para el futuro de la investigación agropecuaria en Uruguay.

La evaluación de resultados e impactos del Proyecto PSA-MGAP/BID/INIA ha sido muy exitoso, los resultados esperados cumplidos y el retorno compensa ampliamente las inversiones realizadas, con una tasa interna de retorno estimada de 50,1%.

Se han generado impactos positivos, en las dimensiones económica, ambiental y social y, que podrían ser potenciados, reforzando el proceso de difusión de los resultados obtenidos.

Evaluación de Impactos de la Investigación en Arroz y Lechería.

Enmarcado en Convenio IICA / INIA, con apoyo de PROCISUR, se realizó el estudio sobre “Evaluación del impacto de la investigación generada por INIA en el avance tecnológico de las cadenas de arroz y leche”, para los últimos 15 años, a cargo de la Ec. Graciela Nozar, Consultora, con la colaboración de los Técnicos involucrados en estas áreas. (Nozar, G. 2007).¹⁴

El objetivo fue rendir cuentas sobre los recursos asignados, así como demostrar el retorno socio-económico y ambiental a la inversión en estas áreas. El estudio consistió en sistematizar información, estimar y analizar los impactos económicos, sociales y ambientales asociados con la adopción por los productores lecheros y arroceros de las tecnologías generadas por el INIA, durante el período 1990-2005.

Los principales instrumentos de investigación utilizados fueron encuestas aplicadas a productores lecheros y arroceros, y entrevistas a informantes calificados, contándose además con información relevante proveniente de los propios Equipos Técnicos de INIA involucrados, y del análisis y procesamiento de información secundaria disponible.

Las contribuciones atribuibles al INIA en la generación de las innovaciones permitieron estimar el valor monetario total a la mejora del excedente económico de los productores. Una aproximación a la evaluación de los impactos ambientales y sociales se realizó por la sistematización de las percepciones de productores e informantes calificados.

En lechería se identificaron innovaciones generadas por INIA como paquetes tecnológicos integrados de manejo (mejorado, organizado, controlado y avanzado), que refieren a un sendero tecnológico con creciente grado de intensificación de la producción.

En arroz se identificaron innovaciones generadas por INIA referidas a cambios técnicos en variedades, siembra oportuna, reducción del laboreo usando glifosato, riego temprano, control temprano de malezas y manejo adecuado de la fertilización nitrogenada.

Impactos Económicos

La percepción de los productores sobre cómo se reflejaron los cambios tecnológicos adoptados en los resultados económicos de su explotación fue muy positiva. El 67% de los productores lecheros perciben que sus resultados mejoraron y solamente un 4% entiende que empeoraron, aumentando positivamente con la intensidad de la adopción.

En el caso del arroz, la percepción generalizada de los productores es que las tecnologías propuestas por el



INIA impactan positivamente sobre los resultados económicos del cultivo, no existiendo casos de respuestas de percepción negativa para ninguna de las tecnologías analizadas entre los encuestados.

La evaluación del impacto económico de la adopción, por parte de los productores lecheros y arroceros, de las tecnologías generadas por el INIA, se realizó a través de indicadores convencionales de conveniencia económica (VAN y TIR).

Los indicadores resultantes de los impactos de las innovaciones analizadas para ambos rubros, estiman una muy buena performance del INIA.

Por tanto, constatan la conveniencia económica de haber invertido en la investigación de estos rubros en términos de los retornos económicos de los recursos utilizados (Tabla 1).

Tabla 1 - Estimación del Retorno Económico de la Investigación. Indicadores de conveniencia

Indicadores	Lechería	Arroz
TIR	106%	120%
VAN 10% (En miles de dólares americanos)	30,968	51,613
Relación Beneficio/Costo actualizada (10%)	6.87	7.29

Los resultados son contundentes. Muestran en general tasas de retorno superiores al 100%, valores actuales netos por encima de los US\$ 30 millones, y relaciones beneficio/costo alrededor de 7.

Estos indicadores no presentan una sensibilidad importante, manteniéndose en niveles elevados cuando se someten a variaciones los flujos de ingresos y egresos.

Impactos Ambientales

Un alto porcentaje de los productores lecheros no percibe que el sendero tecnológico propuesto para la producción lechera genere impactos ambientales sobre los componentes agua, aire, suelo y biodiversidad. Entre el 36% y el 47% responden neutro o ningún impacto, siendo un indicador levísimamente negativo. La gran mayoría de respuestas de los productores arroceros en tanto, perciben una alteración ambiental neutra ante la introducción de las tecnologías analizadas.

La percepción de los informantes calificados reportó que el sendero tecnológico de intensificación de la producción lechera impacta en forma ligeramente negativa sobre el ambiente, asociado al uso de agroquímicos y contaminación del agua.

Para el sector arrocerero, los índices de percepción de impactos ambientales resultaron levemente positivos, considerándose que las tecnologías analizadas no producen efectos ambientales.

Utilidad de las tecnologías generadas por INIA

Un reciente Estudio de Imagen, Demandas Tecnológicas y Comunicación de INIA realizado por Equipos Mori, Consultores Asociados, 2007, recabó opinión externa sobre la Institución, a nivel nacional. El 81% de los informantes calificados entrevistados, consideró en respuesta espontánea, que INIA es la Institución de Investigación Agropecuaria más útil desde el punto de vista de sus aportes a la innovación en las empresas agropecuarias y en las cadenas agroindustriales.

Con relación a incorporación de tecnología, el 82% considera que la tecnología que ofrece INIA se adapta bastante o mucho a lo que necesitan los productores (Figura 1).

Asimismo, el 63% de los productores ha incorporado en los últimos años alguna tecnología desarrollada por INIA (Figura 2).

Estos positivos resultados confirman tendencias observadas en las sucesivas Encuestas que se han conducido por Equipos Mori desde la creación de INIA.¹⁵

Por consiguiente, es de esperar impactos positivos de la incorporación de tecnologías generadas por INIA en los sistemas de producción, en función de su utilidad y nivel de adopción.

Impactos Sociales

Un alto porcentaje de productores lecheros remitentes no perciben que el sendero tecnológico propuesto para la producción lechera genere impactos sociales sobre las variables indagadas, siendo las percepciones positivas más frecuentes que las negativas. Se considera que la adopción tecnológica aumenta la capacitación exigida a nivel laboral, remuneraciones, contratación de servicios, oportunidades de trabajo para los jóvenes, y la necesidad de asociarse con otros productores. Los productores arroceros, no perciben alteraciones por incorporar las tecnologías analizadas en las variables sociales, y los indicadores resultaron levemente positivos, habiendo consenso que la adopción de tecnología viabiliza el aprendizaje en el trabajo.

Las respuestas de informantes calificados, reportó que el sendero tecnológico de intensificación de la producción lechera tiene un impacto social positivo. En el caso del arroz, fueron levemente positivos, cercanos a la neutralidad de las innovaciones.



Figura 1 - Evaluación de las tecnologías ofrecidas por INIA.

Fuente: Equipos Mori, 2007



Figura 2 - Incorporación de tecnologías desarrolladas por INIA.

Fuente: Equipos Mori, 2007



Cambio Técnico en el Sector Agropecuario

La evolución de los cambios tecnológicos en el país se observa claramente en las tendencias de las estadísticas nacionales de los principales rubros de producción (DIEA y OPYP, MGAP).

A inicios de los 90's, se desencadena un dinamismo de la intensificación productiva, y mejora en indicadores de productividad, con impactantes transformaciones en el sector agropecuario, con énfasis en valor agregado y calidad, concretándose altas tasas de crecimiento, superando el estancamiento histórico, entre otros, aumentos en la agricultura de granos, mejoramientos de pasturas, reducción de la edad de faena, remisión de leche, crecimiento acumulado del sector forestal.

Basado en los recursos naturales disponibles, el aumento en la producción obedece a progresos en el cambio técnico por adopción de tecnología (Díaz, R. 2006).¹⁶

Acciones futuras

Los resultados de estas evaluaciones económicas, sociales y ambientales relacionadas con tecnologías generadas por INIA, representan insumos relevantes para la sustentabilidad Institucional, suministrando información objetiva para ser tenida en cuenta por los decisores en cuanto al costo de oportunidad de asignación de recursos, y retroalimenta el sistema de planificación, seguimiento y evaluación.

Estos trabajos se están presentando en reuniones con participación de autoridades, directivos, técnicos y productores interesados en estos temas, se han publicado y además se encuentran en la página web de INIA. (www.inia.org.uy)

La Institución continuará con estudios de impactos en otras cadenas agroindustriales, rubros y sistemas de producción, regiones, e innovaciones tecnológicas estratégicas, a efectos de ampliar y profundizar sobre las consecuencias del trabajo institucional.

Los resultados obtenidos son consistentes y respaldan lo que, por convicción, ha sido identificado Institucionalmente:



Referencias

- ¹ Horton, D., P Ballantyne, W. Peterson, B. Uribe, D. Gaspasin, y K. Sheridan, 1994. Seguimiento y Evaluación de la Investigación Agropecuaria. International Service for National Agricultural Research, ISNAR. Tercer Mundo Editores, Colombia.
- ² Alston, J., C. Chan-Kang, M. Marra, P. Pardey, y T. Wyatt, 2000. A Meta-Analysis of Rates of Return to Agricultural R & D. International Food Policy Research Institute, IFPRI, Research Report 113.
- ³ Lederman D., 2007. Más allá de las Ciudades: Tres ideas sobre cómo aprovechar las oportunidades en el sector agro-industrial. Banco Mundial, Junta Interamericana de Agricultura, Guatemala.
- ⁴ Echeverría, R., G. Ferreira, and M. Dabeziés, 1989. Returns to Investments in the Generation and Transfer of Rice Technology in Uruguay. International Service for National Agricultural Research, ISNAR, Working Paper N° 30, The Hague, Netherlands.
- ⁵ Ferreira, G., y E.. Rodríguez Da Cruz, 1991. Modelo Económico para la Medición del Impacto de la Investigación Agrícola sobre la Productividad: El Enfoque de Dualidad aplicado a Uruguay. Revista Rioplatense de Economía Agraria, N° 30.
- ⁶ Von Braum, J. 2007. The World Food Situation: New Driving Forces and Required Actions. International Food Policy Research Institute, IFPRI's Biannual Overview of the World Food Situation. Presentado en CGIAR Annual General Meeting, Beijing.
- ⁷ Banco Mundial, 2007. Agricultural for Development. World Development Report 2008. The World Bank
- ⁸ Pardey, P., J. James, J. Alston, S. Wood, B. Koo, E. Binenbaum, T. Hurley, and P. Glewwe, 2007. Science, Technology and skills. International Science and Technology Practice and Policy, INSTEPP, University of Minnesota, Science Council, CGIAR.
- ⁹ INIA, 2006. Plan Estratégico Institucional 2006-2010. El INIA para el Uruguay Productivo e Innovador. Temas Institucionales No 7.
- ¹⁰ INIA, 2007. Gerencia de Administración y Finanzas. Informe de Estados Contables.
- ¹¹ Vazquez Platero R y A. Picerno, 1996. Evaluación de la Ejecución del Proyecto Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, Proyecto BID / MGAP. Informe Final INIA.
- ¹² Rubianes, E., 2005. Evaluación de los Componentes de Generación de Tecnología del Proyecto BID-MGAP/INIA. Informe Final BID.
- ¹³ Dias Avila, F. 2007. Evaluación de los Resultados e Impactos del Proyecto BID-MGAP/INIA. Publicación INIA/BID/MGAP.
- ¹⁴ Nozar, G. 2007. Evaluación del impacto económico, social y ambiental de la investigación del INIA en arroz y lechería. Periodo 1990 - 2005. Publicación INIA/IICA/PROCISUR
- ¹⁵ Equipos Mori, Consultores Asociados. 2007. Estudio de Imagen y Comunicación de INIA. Informe INIA.
- ¹⁶ Díaz R., G. Souto, y J. Ferrari,, 2006. La Intensificación y los Sistemas Agrícola-Ganaderos. Impactos Estructurales en el Caso Uruguayo. Seminario Internacional de la Ciencia del Suelo.

VI Encuentro del Sistema INIAs de Iberoamérica



El Sistema INIAs-Iberoamérica, constituido por iniciativa del INIA de España en el I Encuentro Iberoamericano de I+D+I (Madrid, junio de 2002), y establecido formalmente en marzo de 2003, es un foro permanente de cooperación, formación y transferencia tecnológica en investigación agroalimentaria, integrado por los institutos nacionales de investigación agrícola de 22 países de Iberoamérica, España y Portugal. Fundamentalmente, se establecieron tres niveles de actuación: a) fortalecimiento institucional, b) formación de doctores y c) definición de proyectos de investigación estratégicos.

Anualmente, los Presidentes y Directores Generales de los INIAs se reúnen, alternativamente un año en Latinoamérica y el siguiente en la Península Ibérica, para evaluar el desarrollo de los programas encarados por el Sistema y discutir sobre planes de acción futura. Con dicho motivo, se realizó del 5 al 8 de noviembre, el VI Encuentro del Sistema con un programa co-organizado por INTA de Argentina, INIA de España e INIA de Uruguay, en dos sedes: Buenos Aires y Colonia.

En Colonia, la actividad principal estuvo localizada en INIA La Estanzuela, donde los directivos visitantes fueron recibidos por la Junta Directiva del INIA y el Director Regional, e informados por el Presidente Dr. Pablo Chilibroste de las características más distintivas del Instituto en Uruguay.

A su vez, fueron presentados, y luego visitados en el campo experimental, dos de los proyectos que se realizan actualmente con la cooperación de INIA España, fundamentalmente:

- “Recursos genéticos de trigo para la sostenibilidad de los sistemas de producción del Cono Sur”; Proyecto Cooperativo Regional en el que participan: CIMMYT, PROCISUR, INIA Uruguay, y apoyo financiero de INIA España.



- “Diferenciación y valorización de las carnes uruguayas en relación a la salud humana”; Proyecto en el que participan INIA España, IRTA de Cataluña, Facultad de Veterinaria-Universidad de Zaragoza, INIA Uruguay, y apoyo financiero de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

Ambos proyectos constituyen claros y positivos ejemplos de las ventajas derivadas de la complementación de capacidades en generación de tecnología con intereses compartidos, y de la generación de productos tecnológicos que mejoran la competitividad de las cadenas agroalimentarias involucradas. Asimismo, INIA presentó su enfoque sobre sustentabilidad en la producción agropecuaria y oportunidades de posible intervención por parte del Sistema, siendo uno de los aspectos tratados el de los impactos originados por el cambio climático.

La agenda del Encuentro en Buenos Aires comprendió presentaciones del INIA España sobre avances y perspectivas de los programas del Sistema y presentaciones del INTA de Argentina sobre “Aportes de la Extensión en el Desarrollo Territorial” y “Centros de Investigación para la Pequeña Agricultura”. Otras presentaciones correspondieron a representantes de CIP, CATIE, Red ERAARD y CYTED.

El Encuentro permitió reafirmar los objetivos con que se originó el Sistema INIAs de Iberoamérica y la unánime voluntad de los países de seguir fortaleciendo su acción, tanto dentro del Sistema como también de éste con otras oportunidades que se abren a nivel internacional.

En el área de capacitación de investigadores, y en el marco del Sistema INIAs, INIA España está financiando y administrando un programa de formación de Doctores, mediante el cual se otorga un cupo de becas para los candidatos que proponga cada INIA americano a cursar en universidades de España con trabajos de tesis a desarrollar en sus respectivos institutos nacionales. Dos investigadores de INIA Uruguay están actualmente en la fase final de su formación en este programa. Otras dos modalidades de capacitación que desarrolla el INIA España, con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional, es mediante cursos cortos sobre áreas de interés prioritario.

En el reciente Encuentro, INIA España ratificó además su política de apoyo al financiamiento de proyectos de I&D en Iberoamérica en temas estratégicos para la sustentabilidad social y ambiental en la agricultura, como

es el caso del Proyecto mencionado de investigación en trigo. Se iniciará un proyecto sobre agrobiodiversidad que integra al Centro Internacional de la Papa (CIP) con INIAs de América y España en un trabajo en red sobre materiales nativos de ese tubérculo.

Se considera asimismo el potencial del Sistema como plataforma de cooperación intercontinental, para la integración de los organismos de investigación agrícola iberoamericanos con el sistema europeo de investigación. En este sentido, se otorga particular importancia a mejorar las oportunidades de aprovechamiento del 7°

Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Comisión Europea, iniciado en el corriente año.

Finalmente, organizadores y asistentes destacaron el exitoso resultado alcanzado para la realización de esta actividad compartida en dos sedes, en cuya organización INIA Uruguay e INTA de Argentina conjugaron y compartieron capacidades y esfuerzos, conjuntamente con la fundamental participación del INIA España. Los Presidentes y Directores de los tres Institutos habían acordado en el anterior Encuentro (Cádiz, 2006) esta modalidad de organización, que no tenía antecedentes.

Proyectos en ejecución con la colaboración de INIA España

Diferenciación y valorización de las carnes uruguayas en relación a la salud humana

Este Proyecto de Investigación tiene por objetivo general mejorar la competitividad de las Cadenas Cárnica Bovina y Ovina del Uruguay, a través de la diferenciación, valorización y promoción de las mismas

A través del mismo se ha evaluado el efecto de composiciones variables de suplementos y forraje en la dieta de ovinos y bovinos sobre:

- la productividad y la calidad de la canal y la carne.
- la composición nutricional de la carne producida y su potencial influencia sobre la salud humana.
- el grado de aceptabilidad de las carnes uruguayas por parte de los consumidores y expertos en análisis sensorial en España, Francia, Alemania y Reino Unido.

La información generada por este Proyecto es relevante, por sus aportes en el estudio del comportamiento de los consumidores europeos con una orientación de cadena agroindustrial, del "Plato al Campo", evaluando nuestros productos en los mercados de destino.

Estudios de este tipo, aportando datos científicos, contribuyen al incremento de la competitividad del complejo cárnico del Uruguay.

Recursos genéticos de trigo para la sostenibilidad de los sistemas de producción del Cono Sur

Este proyecto se desarrolla ante un escenario regional de fuerte intensificación de la agricultura de granos basada sustancialmente en la expansión del cultivo de soja, lo que ha desestabilizado los sistemas de producción con amenazas serias a la sostenibilidad de los suelos.

El cultivo de trigo tradicionalmente acompañó al cultivo de soja en doble cultivo anual lo que garantizaba un sistema mucho más sustentable, pero la adopción de la siembra directa presentó una serie de nuevas restricciones por enfermedades así como por la aparición de problemas de compactación del suelo que limitaron al trigo acompañando el crecimiento de la soja.

Por otra parte, el cultivo de soja se adaptó a nuevas regiones con mayor temperatura donde el material genético tradicional del trigo no se comporta bien.

En este escenario es que lo INIA's del Cono Sur prorizaron esta temática en PROCISUR y acuerdan con el CIMMYT llevar adelante un proyecto que obtenga material genético de trigo adaptado a las nuevas restricciones en los sistemas de siembra directa.

El proyecto se encuentra en su segundo año de ejecución y la cooperación en red ya permitió establecer más de 70 experimentos de evaluación de material genético en muy diversos ambientes avanzando en la caracterización genética e identificación de material adaptado a las condiciones de siembra directa.

Ese material no solamente será de beneficio de los países participantes sino que permitirá transferir este tipo de material adaptado (a través del CIMMYT) a programas de mejoramiento genético de otras regiones del mundo donde comienza a adoptarse la siembra directa.



Ciencia y tecnología en carnes: construyendo alianzas en los EEUU.

El desarrollo y fortalecimiento de alianzas con organizaciones del exterior ubicadas a la vanguardia en áreas y temas considerados estratégicos para los planes de I+D+I del Instituto, constituye uno de los componentes prioritizados en la política del INIA de mejora permanente de su capacidad para el más efectivo cumplimiento de su Misión Institucional.

Consecuentemente, autoridades del Instituto, secundadas por líderes de Programas Nacionales, han encarado directamente la realización de giras de fortalecimiento y prospección de nuevas oportunidades, en términos de cooperación científico-tecnológica, por países de Oceanía, Europa, Asia y América.

Recientemente, se cumplió una misión en los Estados Unidos conducida con dicho fin por el Presidente de INIA, y dirigida con prioridad a la investigación en el área de producción animal, particularmente carne. Un intenso programa que comprendió visitas a departamentos especializados de varias universidades estatales¹ y del Departamento de Agricultura (USDA), fue desarrollado por un grupo técnico que acompañó al Dr. Chilibroste, integrado por el Director del Programa de Producción de Carne y Lana, Dr. Fabio Montossi, el Director Regional de INIA Treinta y Tres, Dr. Álvaro Roel, el Coordinador de la Unidad de Biotecnología, Dr. Dan Piestun, y el Ing. Agr. John Grierson por la Unidad de Cooperación Internacional del INIA.

La presente entrega se refiere en particular a los alcances de los contactos y gestiones encaradas con el Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del USDA.

Sin duda, el ARS constituye una de las máximas organizaciones de referencia a nivel mundial en materia de investigación agrícola. Emplea más de 2500 científicos y post-doctorados, con un total de 8000 funcionarios que se desempeñan en una red nacional de aproximadamente 100 localizaciones a través de todo el país, y otras cuatro en el exterior: Montpellier, Francia; Hurlingham, Argentina; Brisbane, Australia; Beijing, China.

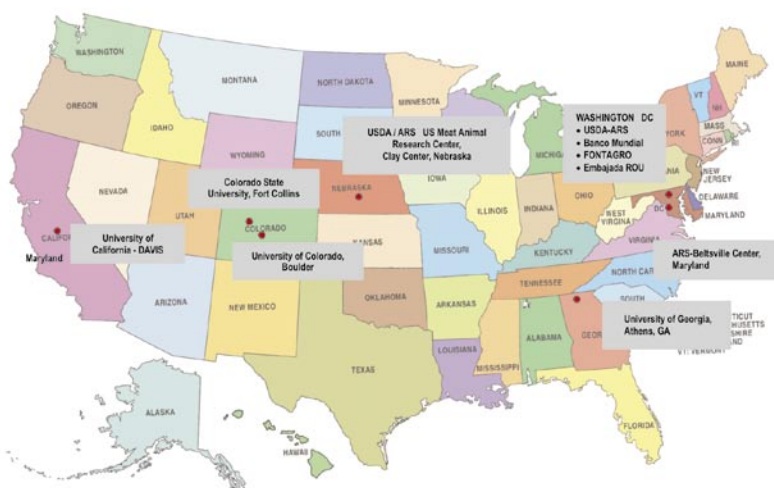
La reciente misión del INIA concentró su actividad en dos localizaciones: una estrictamente de interés técnico, en el centro de investigación para la carne US Meat Animal Research Center (USMARC), en Clay Center, estado de Nebraska; y en una segunda parte, se encararon entrevistas tanto a nivel de la autoridad nacional del ARS, en la sede del USDA en Washington (DC), como así también con los directores de los Programas Nacionales de Investigación del Área de Producción Animal y del Departamento de Relaciones Internacionales, localizados en el Centro de Investigación Agrícola de Beltsville (MA) próximo a Washington.

La investigación del ARS está organizada en 22 Programas Nacionales agrupados esencialmente en cuatro Áreas principales². El Área de Producción y Protección Animal está constituida por cinco Programas Nacionales: Producción de Alimentos (de origen) Animal; Sanidad Animal; Entomología Veterinaria, Médica y Urbana; Bienestar Animal y Sistema de Control de Stress; Acuicultura.

El referido Centro de Investigación para la Carne USMARC en Clay Center está dirigido fundamentalmente a generar tecnologías para una mayor eficiencia productiva del ganado, y para beneficio del consumidor, incluyendo calidad y seguridad de producto.

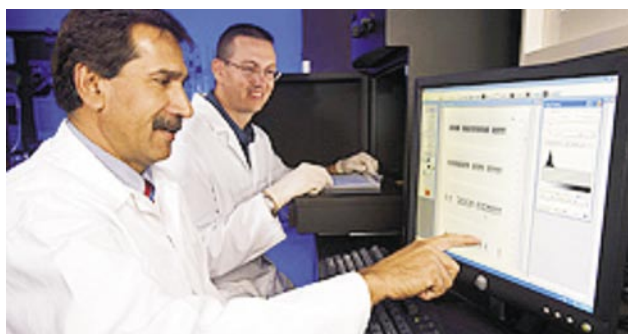
Su actividad se desarrolla en siete programas principales: sanidad animal, ingeniería biológica, mejoramiento genético, carnes, genética molecular, nutrición, y reproducción. Dos programas de la Universidad de Nebraska están localizados en el USMARC.

El programa para los dos días de trabajo con la delegación del INIA en el USMARC, eficazmente organizado por su Director, el Dr. Koohmaraie, en base a las áreas de interés priorizadas con antelación por INIA, se desarrolló mediante reuniones con los especialistas a cargo de dichas áreas, fun-



¹ University of California at Davis, CA; Colorado State University, Fort Collins, CO; University of Colorado, Boulder; University of Georgia, Athens, GA.

² Áreas programáticas: Nutrición, Inocuidad y Calidad de Alimentos; Producción y Protección Animal; Recursos Naturales y Sistemas Agrícolas Sustentables; Producción y Protección de Cultivos.



Dr. M. Koohmaraie, Director del US Meat Animal Research Center, en Nebraska.

damentalmente: inocuidad alimentaria, bienestar animal, generación e integración de información molecular de base genómica con registros fenotípicos para programas de mejoramiento genético de razas vacunas, incluyendo en esto la investigación en alelos para terneza, fertilidad, eficiencia de conversión.

En base a dichas presentaciones de los programas desarrollados en USMARC, se discutieron e identificaron entre especialistas de ambas partes las mejores oportunidades de colaboración con INIA.

Resumidamente, la cooperación a corto y mediano plazo se focalizará en los siguientes aspectos:

- Evaluación de tecnologías de video imagen para evaluar nivel de terneza de ganado bovino a nivel de planta frigorífica para diferenciar y agregar valor al producto;
- Biotecnología: desarrollo de marcadores moleculares para asistir en el mejoramiento genético;
- Inocuidad alimentaria en el proceso pre faena, en particular a nivel de los sistemas de producción;
- Interacción genotipo por ambiente, para el diseño de "sistemas de producción de carne de precisión" de acuerdo a los nichos de mercado que el Uruguay tiene en USA y otros mercados.

Se logró un excelente entendimiento sobre los mecanismos y actividades que se aplicarán para el desarrollo de la cooperación en los temas identificados. Fundamentalmente, quedaron especificadas:

- consultorías por corto plazo de especialistas del USMARC a Uruguay;
- entrenamientos de corto plazo de investigadores de INIA en USMARC;
- capacitación de mediano y largo plazo (sabáticos y post-doctorados) para investigadores de INIA en programas combinados entre USMARC y la Universidad de Nebraska u otras;
- Proyectos conjuntos de I&D.

La voluntad político-institucional de poner en ejecución los planes de cooperación con USMARC, así como en otros sectores de investigación agropecuaria a impulsar en el futuro, fue reafirmada durante la reunión mante-

nida entre el Presidente de INIA y el Administrador del ARS³ Dr. Edward Knipling y la Administradora Asociada Dra. Antoinette Betschart, en la sede central del Departamento de Agricultura en Washington.

Igualmente resultó muy positiva la adhesión y compromiso manifestado por otros jerarcas entrevistados en la visita al Centro del ARS en Beltsville, fundamentalmente el Dr. Steven Kappes, Vice-Administrador para Producción y Protección Animal, Área a la que pertenece el USMARC; y, de la Dra. Pai-Yei Whung, Directora de la Oficina de Programas y Relaciones Internacionales, quien apoyará directamente un encuentro de investigadores de ARS e INIA para planificar la cooperación.

La Dra. Whung resaltó el nivel técnico observado durante su visita a INIA-La Estanzuela en 2006, como elemento coadyuvante para una más efectiva interacción con contrapartes del ARS.

La visita a Beltsville, también fue propicia para tomar contacto con los directores científicos de dos Programas del Área de investigación Animal: de Entomología y de Calidad de Productos, y conocer enfoques y tendencias en sus respectivos campos de acción. Uno de los temas tratados, con amplia experiencia del USDA, es el combate a la mosca de la "bichera".

Como resultado de esta misión, autoridades y líderes científicos de INIA y del ARS han comprometido voluntades, esfuerzos y recursos para desarrollar un efectivo programa de intercambio técnico y de actividades de colaboración en I&D, en el marco del Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica Agropecuaria existente entre INIA y el USDA.

INIA tiene en sus planes organizar próximamente una misión similar de prospección y programación de cooperación con el USDA/ARS, y otras instituciones de los EEUU, para el área de investigación en cultivos y agricultura sustentable.

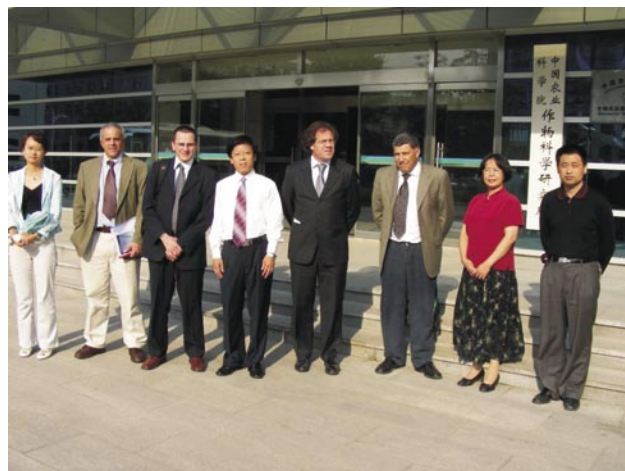
Reafirmando lo expresado inicialmente, misiones de esta naturaleza y el intercambio científico permiten generar fuertes vínculos con los centros de excelencia internacional, los cuales son fundamentales para el cumplimiento de la misión y la visión del INIA.



El Presidente de INIA, Ing. Agr. PhD Pablo Chilibroste recibido por la Dra. Sara Calvert en el Centro del Agricultural Research Service del USDA en Beltsville.

³ Jerarquía de mayor rango en la estructura del ARS, Servicio de Investigación Agrícola del USDA.

Alianzas Internacionales de INIA: el caso de la Academia de Ciencias Agrícolas de China



Ing. Agr. Walter Ayala
Ing. Agr. Alvaro Roel
Ing. Agr. Nicolás Gutiérrez

Delegación de INIA acompañada por el Embajador de Uruguay en China, Dr. Luis Almagro, y técnicos del ICS de la CAAS.

El INIA ha procurado establecer vínculos con China en materia de cooperación científica y técnica para la investigación agropecuaria desde el año 1994. A partir de mayo de 2006 se ha dado particular impulso a esta cooperación, cuando INIA y la Academia de Ciencias Agrícolas de China (CAAS) suscribieron un Acuerdo de Cooperación, durante la visita de una delegación de INIA a dicha Academia, liderada por el Vicepresidente, Ing. Agr. Mario García. El objetivo de esta visita fue establecer las bases de un programa de cooperación científica y técnica entre el INIA y la CAAS mediante el conocimiento de sus capacidades y el intercambio de ideas sobre intereses y modalidades de colaboración entre ambas partes.

La CAAS está organizada a nivel nacional en 38 institutos que emplean a más de nueve mil técnicos en un total de doce mil funcionarios. La inversión en investigación y desarrollo realizada por el Gobierno Chino ha aumentado a una tasa del 19 % entre 1995 y 2005 (OECD, 2007). El sector de investigación agrícola y particularmente los centros de la CAAS visitados no son ajenos a este gran impulso, observándose un alto grado de inversión en equipamiento e infraestructura edilicia. Esta situación, sumada al interés mostrado por la CAAS ofrece interesantes oportunidades para concretar acciones de colaboración entre ambas partes.

Con el objetivo de progresar en la cooperación sobre la base de las oportunidades identificadas, INIA realizó gestiones ante la CAAS para iniciar acciones concretas, involucrando intercambio científico, entrenamiento de técnicos de INIA en China e intercambio de semillas de especies forrajeras y arroz.

Dando continuidad a las gestiones realizadas, en octubre de 2006 el Presidente de INIA visitó el Instituto de Investigación en Pasturas (GRI), perteneciente a la CAAS, y consecuentemente, en mayo de 2007, INIA recibió la visita de una delegación de este instituto, integrada por el Profesor Su He, Subdirector de GRI, el Dr. Chen Libo, Responsable de Proyectos y mejorador de forrajeras del GRI y Li Zhi Yong, Responsable del Banco de Germoplasma de GRI.

Como resultado de estas acciones de intercambio, ambos institutos acordaron desarrollar actividades de colaboración en las siguientes áreas: intercambio y evaluación de germoplasma de especies forrajeras; multiplicación de semilla; manejo del pastoreo, y aplicación de tecnologías de sensoramiento remoto para el manejo de pasturas.

Avanzando en el desarrollo de acciones específicas, ambas partes iniciaron gestiones para concretar el intercam-

bio de material genético de especies de uso pastoril. El GRI lleva más de 30 años realizando colección y evaluación de material genético de especies forrajeras en toda China, por lo que actualmente posee un vasto acervo conservado en su Banco de Germoplasma de Mediano Plazo que supera las 5000 accesiones. Por lo tanto, la posibilidad de intercambiar germoplasma con el GRI ofrece una interesante oportunidad para la incorporación de nuevos materiales a los Proyectos de mejoramiento genético que lleva a cabo el Programa de Pasturas y Forrajes de INIA.

En setiembre de 2007, una delegación de INIA se trasladó a la sede del GRI ubicada en Inner Mongolia (China), con el objetivo de discutir y acordar el plan de actividades a desarrollar conjuntamente y profundizar en el conocimiento de las capacidades de este Instituto. Paralelamente, se desarrollaron reuniones y visitas a dependencias de la CAAS en Beijing, que incluyeron el Departamento de Cooperación Internacional, el Instituto de Investigación de Cultivos (ICS) y el Instituto de Recursos Naturales y Planificación Regional (IARRP).

Durante toda la estadía en China, la delegación de INIA fue acompañada por personal de la Embajada Uruguaya en Beijing lo cual representó un apoyo fundamental para su buen desarrollo.

Mediante los contactos y gestiones realizadas en Beijing se procuró: (i) impulsar acciones iniciadas luego de la firma del Acuerdo Marco de Cooperación entre INIA y CAAS (principalmente intercambio de material genético de Arroz y Sorgo dulce); (ii) acordar el procedimiento de intercambio de germoplasma; y (iii) conocer capacidades y explorar oportunidades de colaboración con el IARRP en el área de uso de herramientas de monitoreo remoto para evaluación y manejo de pasturas y cultivos.

Con relación al cultivo de arroz, INIA y CAAS acordaron el intercambio de germoplasma a través del envío de 50 líneas experimentales por cada parte durante el año 2008. Asimismo un técnico del Programa de Investigación en Producción de Arroz de INIA será entrenado en el uso de técnicas de producción de arroz híbrido, en el Centro Nacional de Investigación en Arroz de la CAAS.

Durante la estadía en Inner Mongolia se visitó la Estación Experimental Sha Erquin del GRI, donde está ubicado el Vivero Nacional de Evaluación y Mantenimiento de Especies Forrajeras colectadas en toda China. De esta manera se pudo observar en el campo materiales de gramíneas y leguminosas con potencial para el intercambio e incorporación a los programas de mejoramiento genético de INIA.

Finalmente INIA, GRI y CAAS acordaron intercambiar efectivamente un conjunto de especies forrajeras, destacándose materiales de *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium*

pratense, *Trifolium repens*, *Stylosanthes humilis* y *Medicago sativa*.

En la sede central del GRI se visitó el Laboratorio de Sensoamiento Remoto, dirigido por la Dra. Gui Xiang Liu, quien presentó las principales líneas de acción. Entre ellas se destaca la experiencia del laboratorio en el desarrollo de estudios de balance carga animal – producción de pasturas (capacidad de carga), representando una oportunidad de colaboración entre ambos institutos.

Durante el año 2008 la Dra. Gui Xiang Liu visitará INIA con el objetivo de analizar las oportunidades concretas para la implementación de proyectos de colaboración que promuevan como elemento esencial el desarrollo de estancias en INIA por estudiantes de postgrado del GRI.

El resultado de las reuniones mantenidas en los distintos centros de la CAAS, las actividades acordadas así como el compromiso de CAAS e INIA por impulsar y profundizar la cooperación quedaron formalmente establecidos a través de la firma de una Memoria de Discusiones, durante la reunión final con el Director del Departamento de Cooperación Internacional, Dr. Lubiao Zhang y su grupo técnico. La delegación de INIA, durante la reunión final, fue acompañada por el Embajador de Uruguay en China, Dr. Luis Almagro jerarquizando la importancia que Uruguay le da a esta cooperación.

Como consideración final, se destaca que en todas las etapas de la visita, se pudo percibir el gran desarrollo que está teniendo China, especialmente el sector de ciencia y tecnología, observándose una gran inversión en modernas infraestructuras y equipamientos, así como una vasta capacidad en recursos humanos. Esto permite confirmar la importancia de la estrategia de largo plazo emprendida por INIA, de promover el desarrollo e implementación efectiva de esta alianza con una pujante Institución de investigación y desarrollo tecnológico como sin dudas es la Academia de Ciencias Agrícolas de China.





Estimado usuario:

Para acceder a todas las publicaciones del INIA en nuestra página Web por favor siga los pasos que describimos a continuación:

- Primero deberá entrar en la página web: www.inia.org.uy

Dirigirse al link "Identificar su visita",
ubicado en la parte superior
<http://www.inia.org.uy/online/site/identificar.php>



El sistema le pedirá que ingrese su usuario y contraseña.
Luego ingrese a Publicaciones INIA.



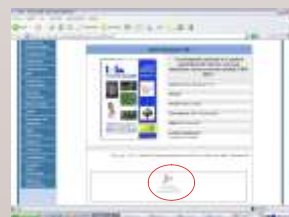
En el buscador de publicaciones podrá buscar
por tipo de publicación, título, autor y otros campos.



Si usted no recuerda su usuario y contraseña
debe solicitarlos al sistema ingresando en el link "Solicitar contraseña"
http://www.inia.org.uy/online/site/solicitar_pass.php

Ingrese la dirección de correo electrónico donde le llegan las invitaciones de INIA y el sistema le enviará la información de usuario y contraseña a esa dirección. Le recomendamos copiar y pegar usuario y contraseña en la página de identifique su visita, tal cual lo envía el sistema para evitar posibles errores (mayúsculas, espacios, etc.), ya que muchos errores ocurren cuando se digitan los mismos.

Para bajar la publicación seleccionada presione debajo del icono
y seleccione la opción guardar en su computadora.



Mantenga actualizados sus datos personales en nuestra página para asegurarse de recibir la Revista INIA en su domicilio, el Boletín electrónico INIA Inform@ en su computadora y la posibilidad de acceder en forma electrónica y gratuita a todas las publicaciones INIA.