



Visión a futuro

Sostenibilidad

Eficiencia

Sistemas integrados

Sistemas rotación cultivos - pasturas

**Informe especial:**  
**Rotaciones**  
**cultivos-pasturas**  
Aprendiendo  
del experimento  
más antiguo  
de Latinoamérica

INIA La Estanzuela

**Sistemas agrícolas**  
**intensivos**

# Sumario



Foto de tapa: Ensayo de rotaciones INIA La Estanzuela (Foto: INIA)

## INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

JUNTA DIRECTIVA

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

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

**Ing. Agr. Rafael Secco**  
Federación Rural del Uruguay  
Asociación Rural del Uruguay

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

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

**Directores responsables:**  
Ing. Agr. MBA Diego Sotelo  
Ing. Agr. Joaquín Lapetina

**Realización Gráfica y Editorial:**  
Aguila Comunicación y Marketing  
Tel.: 2908 8482, Montevideo.  
**Edición:** Diciembre 2019 / N° 59  
**Tiraje:** 24.000 ejemplares  
**Depósito legal:** 371.006  
Prohibida la reproducción total o parcial de artículos y/o materiales gráficos originales sin mencionar su procedencia. Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores. La Revista INIA es una publicación de distribución gratuita del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Oficinas Centrales: Andes 1365 Piso 12 Montevideo C.P.11700, Tel.: 2902 0550  
**E-mail:** [revistainia@inia.org.uy](mailto:revistainia@inia.org.uy)  
**Internet:** <http://www.inia.uy>

Revista trimestral.

Revista N° 59 / Diciembre 2019

### EDITORIAL

1

### POLÍTICA INSTITUCIONAL

• Acuerdo entre INIA y la Federación de Funcionarios (FEFUIA)

2

### INIA x DENTRO

• La producción científica de INIA  
• Expotesis INIA  
• INIA Informa

3

8

13

### PRODUCCIÓN ANIMAL

• Conectando y alineando a los productores de alimentos con los consumidores  
• Índices de selección  
• Biotipos maternos ovinos

15

21

26

### PASTURAS

• Pautas para Identificar el Capín Annoni  
• Nueva herramienta online para la fertilización fosfatada en pasturas

30

32

### PRODUCCIÓN FAMILIAR

• Cinco años de investigación participativa

36

### CULTIVOS

• Agricultura de Precisión

41

### INFORME ESPECIAL

• Rotaciones cultivos pasturas INIA La Estanzuela

46

### ARROZ

• Artrópodos como bioindicadores y biomarcadores para evaluar la sustentabilidad de rotaciones arroceras

61

### HORTIFRUTICULTURA

• Aportes experimentales para el manejo de la necrosis de la médula del tomate

66

### PROYECTOS FPTA

• FPTA 342: Manejo integrado de plagas y enfermedades en productores cítricos familiares

71

### SOCIO-ECONOMÍA

• Una visión actualizada de la Ganadería II

74

### ACTIVIDADES

• Herramientas para potenciar la ganadería sobre campo natural  
• Cría vacuna sobre campo natural  
• Herramientas biológicas para una producción agroecológica  
• Jornada de Manejo de Malezas  
• INIA ofreció charlas y abrió las puertas de su sede en Las Brujas para capacitar a maestros rurales

79

81

82

83

85

### NOTICIAS

• Revista INIA cumple 15 años de aportes al sector agropecuario

87

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



# EDITORIAL

Este mes, en el Campus Interinstitucional de Tacuarembó, se realizó el encuentro de los CAR (Consejos Asesores Regionales), instrumento plasmado en la Ley de creación de INIA para facilitar su encuentro con la región. En 2013 apostamos a su revitalización y la evolución fue notoria gracias al compromiso y esfuerzo de cada participante, de las organizaciones representadas y de nuestros Directores Regionales que, conjuntamente con los Presidentes de los CAR, ejercieron el liderazgo.

En el marco de este exitoso evento, los presidentes han realizado planteos que respondimos como corresponde, y que creemos oportuno compartir aquí.

El primero estuvo relacionado con la situación patrimonial y financiera actual de INIA, que naturalmente preocupa a los presidentes. Comenzábamos entonces describiendo las obras promovidas por las dos últimas Juntas y concretadas recientemente. Por razones de calendario, sólo una de ellas será inaugurada este año: la nueva sede en el Parque Tecnológico del LATU. Luego de 30 años de búsqueda, INIA tendrá una sede acorde a su jerarquía, en el lugar apropiado para una institución de ciencia y tecnología. Seguiremos con el laboratorio de Salud Animal en La Estanzuela, tal vez la obra de más envergadura, que nos pondrá al máximo nivel regional en capacidades de diagnóstico de enfermedades animales. Quedará para el próximo año su inauguración, al igual que el primer tambo robotizado del Uruguay, la plataforma agroambiental para investigación en arroz y ganadería de Paso de la Laguna -también única en la región-, los modernísimos invernáculos para investigar en soja para consumo humano y cannabis medicinal.

Agregando contenido a las obras, se suman importantes proyectos como el de la mosca de la "bichera", los internacionales sobre secuestro de carbono y lechería latinoamericana, los de transferencia en vitivinicultura y campo natural, y últimamente, el lanzamiento del Fondo lácteo. De lo descrito se desprende que no estamos ante una institución en crisis. Es cierto que los ingresos han bajado por razones como el valor del dinero, los aportes de algunos rubros y retrasos en las partidas provenientes del impuesto y del gobierno. Seguiremos batallando porque a INIA le lleguen en tiempo y forma los aportes del sector productivo, buscando alternativas para acompañar el valor de la moneda. Destacamos que aún en momentos de menores ingresos, administrando cuidadosamente los recursos, pueden crearse capacidades para el futuro.

El segundo planteo se refirió a las relaciones laborales, frente a lo que comentamos que hay claros y oscuros. La buena noticia es que recientemente, como se informa en este número, INIA y la Federación de Funcionarios



de INIA (FEFUIINIA) acordaron firmar un nuevo convenio colectivo. Este contempla reclamos históricos sobre aspectos que los funcionarios consideraban inequidades, así como planteos de la Junta respecto a la productividad del trabajo. El acuerdo comprende a todos los empleados de apoyo (no profesionales), que representan el 75% de la planilla de INIA. Señalábamos que tres aspectos fueron fundamentales para el éxito: conformar un equipo profesional para la negociación, la predisposición de Junta y gremio para reunirse siempre que fuera necesario, y el hecho de que constantemente primó el interés del Instituto por encima de cualquier otro. Pensamos que, de repetirse estos aspectos "claves", podrán solucionarse los temas pendientes en materia laboral.

Finalmente, señalo un aspecto no menor. Hay personas que marcan la historia con su accionar. En estos días se jubiló la Sra. Miriam Silva, presidenta del gremio de FEFUIINIA de los últimos años y actora clave de la negociación. Un capital de INIA y sus trabajadores a los que defendió con todas sus armas, pero siempre contemplando el bien mayor, el de un Instituto público al servicio de la sociedad. Nuestros respetos y admiración a una gran líder que quedará grabada en la mejor historia de la querida institución.

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

# INIA Y LA FEDERACIÓN DE FUNCIONARIOS (FEFUINIA) ACUERDAN LA FIRMA DE UN NUEVO CONVENIO COLECTIVO



El pasado 29 de octubre, luego de seis meses de diálogo e intercambio de información entre las partes, INIA y la Federación de Funcionarios de INIA (FEFUINIA) alcanzaron un acuerdo para la firma de un nuevo convenio colectivo.

El acuerdo, al que se llegó a partir de concesiones recíprocas y priorizando la búsqueda de las mejores soluciones para el buen funcionamiento de INIA, comprende a todos los empleados de apoyo (no profesionales) que pertenecen a los grados 3 a 8 de la matriz salarial del Instituto, tanto afiliados como no afiliados a FEFUINIA.

El nuevo convenio recoge demandas históricas planteadas por el sindicato vinculadas al plan de carrera,

condiciones de trabajo y criterios de equidad entre los trabajadores de INIA. Y también incluye los planteos realizados por INIA para mejorar el manejo de los recursos humanos y la productividad del Instituto. Regirá entre el 1° de noviembre de este año y el 30 de noviembre de 2020 y será prorrogable automática y sucesivamente por períodos de un año toda vez que alguna de las partes no lo denuncie con 60 días de anticipación al vencimiento.

En las negociaciones se identificaron temas pendientes sobre los que INIA y FEFUNIA acordaron seguir trabajando en procura de entendimientos.

En la reunión, las partes valoraron positivamente los resultados y el proceso de la negociación.



Foto: INIA

# LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE INIA

Ing. Agr. PhD José Paruelo  
Gerente de Investigación - INIA

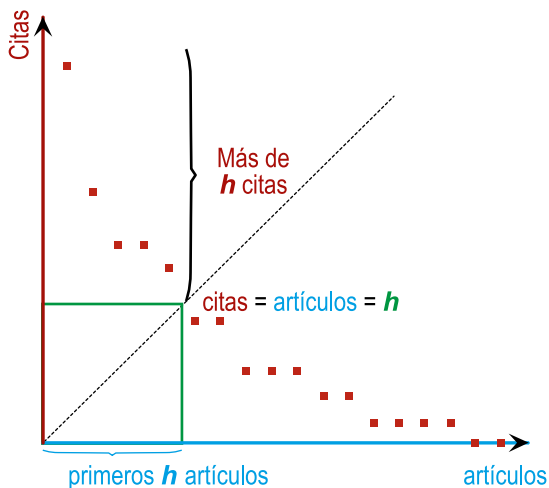
La producción de conocimiento original en concordancia con su transferencia al sector productivo es uno de los ejes estratégicos de INIA. El presente artículo analiza los resultados de la producción científica en términos cuali y cuantitativos, aportando insumos para la proyección del Instituto en un marco de creciente articulación entre la investigación, la innovación y la transferencia de tecnologías.

El PEI 2016-2020 fijó como uno de sus ejes estratégicos la “excelencia científica y tecnológica sin perder cercanía y transferencia al productor” (PEI, 2016). En este marco la producción de conocimiento original es una pieza clave en el proceso de generación de tecnologías, en su transferencia al sector productivo y en el desarrollo de capacidades a través de la formación de investigadores y técnicos. La medición del desempeño implica, por un lado, la definición de indicadores y su registro periódico. El área de Programación, Monitoreo y Evaluación (PME) registra, usando la base de datos AINFO<sup>1</sup>, la producción científica de todo el personal del Instituto de manera sistemática. Los análisis cuantitativos deben complementarse con una evaluación de calidad. La calidad intrínseca de cada artículo es virtualmente imposible de cuan-

tificar, no solo porque depende de una evaluación por parte de expertos/as, sino porque depende de muchos factores contexto dependiente (oportunidad de la publicación, originalidad, impacto cultural, económico, social; etc.). Existen, no obstante, indicadores de la calidad de una “población” de artículos, de un artículo en particular, de un investigador/a o de una institución.

El impacto de una revista refleja la cantidad de veces que los artículos publicados en ella son citados. El Science Citation Index (ahora disponible en Web of Science de Thomson Scientific) es un indicador de impacto creado en 1955 (Garfield, 1955) y es la base del Journal Citation Reports (JCR) de Thomson, el método de comparación de revistas más utilizado.

<sup>1</sup><http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca>



**Figura 1** - Esquema de cálculo del índice h. En el eje x del gráfico se ordenan los artículos de mayor a menor número de citas. En el eje Y se indica el número de citas recibido por cada artículo. El índice h es igual al número de artículos que recibieron esa misma cantidad de citas.

El SCImago Journal and Country Rank (SJR), una base de datos alternativa de métricas de citas de revistas, ha desafiado el monopolio de Thompson. El SJR de una revista es un valor numérico que indica el número promedio de citas (ponderadas por la calidad de la revista) recibidas durante un año seleccionado por documento publicado en esa revista durante los tres años anteriores. Scimago divide las revistas de un área de conocimiento en particular en cuartiles. La pertenencia de una revista al cuartil 1 (Q1) denota mayor calidad que corresponder al cuartil 4 (Q4).

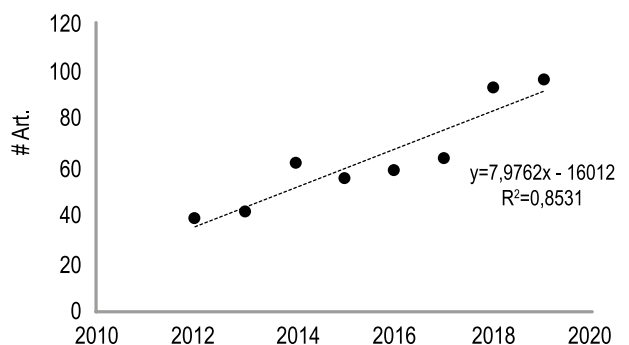
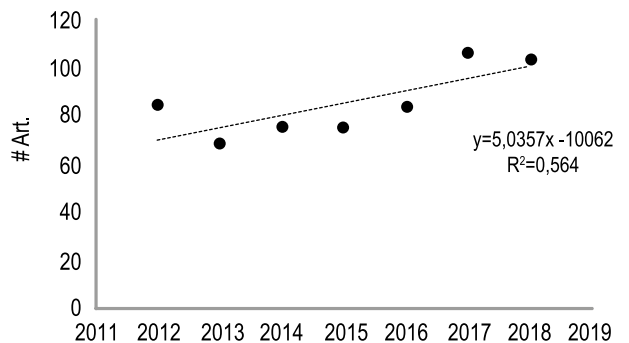
El índice h es un sistema para evaluar científicos/as, en función de la cantidad de citas que han recibido sus artículos científicos (Hirsch 2005). Un/a científico/a o investigador/a tiene índice h si ha publicado h trabajos con al menos h citas cada uno (Figura 1).

SCOPUS y Google Scholar proporcionan ahora una alternativa para identificar qué artículos han sido citados y en dónde. A partir de las citas pueden calcularse índices de impacto de un artículo. Uno de estos índices expresa el impacto a partir del número de citas de una publicación, normalizada por área y año de publicación. Un valor de 1 en este índice indica que ese artículo es citado como el promedio de artículos comparables, mientras que 1.5 muestra que es citado un 50% más que el promedio (Waltman *et al.*, 2011b).

Estas medidas son elementos indispensables para un diagnóstico integral de la producción y calidad científica. El índice h o la productividad por investigador se han convertido en estándares de comparación interna-

cional a nivel individual e institucional. Como en cualquier diagnóstico en salud humana o animal, basarse exclusivamente en indicadores es insuficiente y en algunos casos peligroso. La evaluación "clínica" es indispensable al juzgar responsablemente el desempeño de un/a investigador/a en particular. Los datos bibliométricos permiten tener una visión cuantitativa del desempeño. Sin embargo, es prudente advertir los riesgos de la valoración exclusivamente bibliométrica al no considerar contextos, trayectorias e impactos efectivos del conocimiento sobre la sociedad.

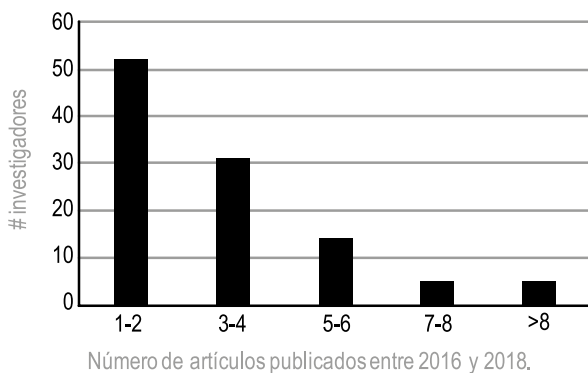
Esto es particularmente importante en el caso de INIA en donde los y las investigadores/as tienen, a su vez, funciones y responsabilidades en la generación de productos tecnológicos y en la transferencia del conocimiento. La evaluación de estos aspectos carece de métricas estandarizadas a nivel nacional, regional e internacional y por lo tanto su consideración debe ser especialmente cuidadosa. En este informe utilizamos información bibliométrica provista por otras bases de datos para mirar de la producción científica del Instituto.



**Figura 2** - Número de artículos publicados por investigadores INIA entre 2012 y 2018 según lo registrado en AINFO (arriba) y en SCOPUS (abajo).

## LA PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

En el período 2016-2018 los investigadores del Instituto publicaron 292 artículos según lo registrado en AINFO. Los documentos registrados en SCOPUS<sup>2</sup> en igual período son 234. Independientemente de la fuente utilizada los artículos publicados muestran una tendencia creciente desde 2012 (Figura 2). La tendencia es más clara y tiene mayor pendiente cuando se consideran los artículos y revisiones registradas en SCOPUS. Eso reflejaría que la proporción de artículos publicados en revistas registradas por esta base de datos crece.

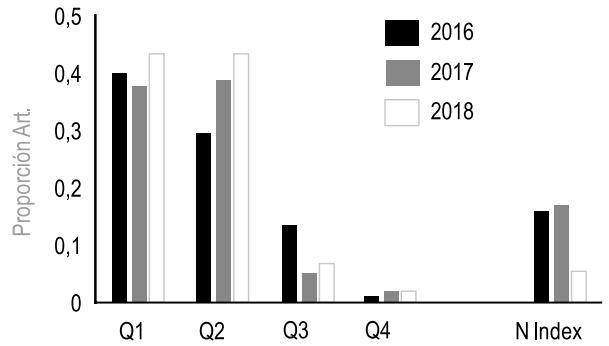


**Figura 3** - Distribución de frecuencia de publicación de investigadores INIA entre 2012 y 2018 según lo registrado en AINFO.

Los valores de producción por investigador y por año crecieron de 0,69 a 0,89 en el período 2016-2018 considerando una población promedio de 120 investigadores permanentes. En 60 de los 112 artículos registrados en la base de datos AINFO los investigadores de INIA tuvieron un rol protagónico ya que figuran como primer/a o último/a autor/a.<sup>3</sup> En el período 2016-2018, 107 de los y las investigadores/as permanentes de INIA publicaron al menos un artículo científico (Figura 3) (más de 0,33 art/año). Cinco investigadores publicaron nueve o más artículos en ese período y 52 entre uno y dos artículos en los tres años.

## LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Para evaluar la calidad se consideró el impacto de las revistas (SCIMAGO) en donde publican los investigadores INIA y el número de citas recibidas (SCOPUS,



**Figura 4** - Proporción de artículos publicados por investigadores INIA entre 2016 y 2018 en revistas pertenecientes a distintos cuartiles del ranking Scimago y no indexadas.

Febrero 2019). En este último caso se consideró sólo el año 2016 ya que no es esperable que un artículo se empiece a citar inmediatamente a su publicación dada la dinámica del proceso (redacción del artículo que lo cita, envió a publicación, revisión por pares y publicación, un proceso que en general lleva más de un año). Los investigadores de INIA concentraron su producción científica en revistas pertenecientes a primer y segundo cuartil (Q1 y Q2, Figura 4). La proporción publicada en revistas Q1 y Q2 muestra un crecimiento en el tiempo: fue de 0,69 en 2016, 0,77 en 2017 y 0,87 en 2018. Concomitantemente decreció la proporción de artículos publicados en revistas no indexadas.

En 2019, sólo 14 de los artículos publicados en 2016 en revistas indexadas no habían sido citados (aprox. un 20%). Un porcentaje mayor (un 34%) fue citado más que el promedio de artículos comparables a nivel mundial. Para esos artículos el Field-Weighted Citation Impact fue, en promedio, de 2.41, o sea son citados más del doble que artículos similares. El total de citas recibidas por artículos publicados en 2016 por investigadores de INIA a febrero de 2019 y de acuerdo a lo registrado en SCOPUS fue de 373.

En el período 2012-2018, la publicación de artículos de investigadores de INIA muestra una clara tendencia creciente.

<sup>2</sup>Scopus es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16.500 revistas revisadas por pares. El acceso se realiza a través del Portal Timbó.

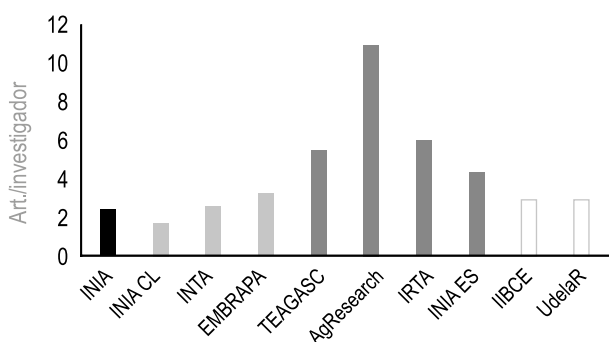
<sup>3</sup>En general se asume que el primer autor es quien lidera el artículo. El último autor suele ser el director/mentor del trabajo y se le reconoce un rol protagónico en la concepción, gestión y publicación del artículo.



**Figura 5** - Los valores de producción por investigador y por año crecieron de 0,69 a 0,89 en el período 2016-2018.

### COMPARACIÓN CON OTRAS INSTITUCIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

La evaluación de la productividad de una institución como INIA es difícil de realizar en términos absolutos. La comparación con instituciones con misiones similares (aunque no idénticas) permite poner en contexto el desempeño de INIA. A partir de la base de datos SCOPUS y mediante una comparación institucional es posible hacer una evaluación (preliminar e imperfecta) del desempeño de INIA respecto de instituciones “pares” regionales (INTA, Argentina; INIA, Chile; EMBRAPA, Brasil; TEAGASC, Irlanda; Ag-Research, Nueva Zelanda; IRTA, Cataluña; INIA, España; IIBCE y UdelaR, Uruguay).



**Figura 6** - Artículos por investigador registrados en SCOPUS para distintas instituciones. Los artículos corresponden a todo el período registrado por SCOPUS. En tal sentido representan distintos lapsos de tiempo para cada institución. En ese contexto INIA acumula artículos en un período menor (1990-2018) al resto de las instituciones.

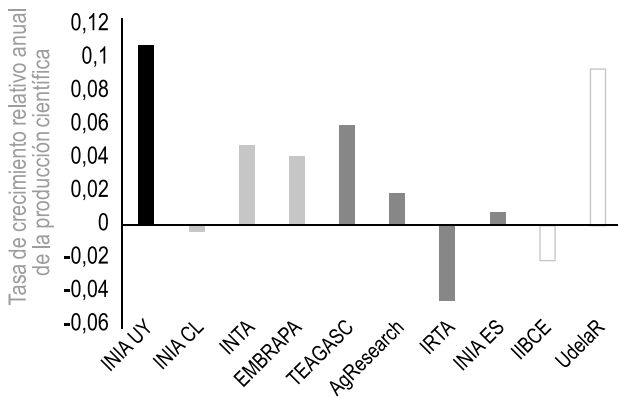
El indicador de producción individual de INIA (cantidad total de documentos en SCOPUS/miembros institucionales) es un 35% superior al de INIA Chile y ligeramente inferior al de INTA (6%). A nivel regional EMBRAPA presenta una productividad 34% superior a INIA. Las instituciones que conforman la Alianza Estratégica con INIA tienen una productividad que duplica la de INIA. En el caso de AgResearch resulta cuatro veces superior. La comparación con instituciones académicas nacionales (el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable y la UdelaR como un todo) indica que estas presentan indicadores de productividad un 20% superiores (Figura 6).

La Figura 8 muestra un análisis restringido a los últimos años (2012-2016) y sólo para aquellas publicaciones que SCOPUS categoriza en el área “Ciencias agrarias y biológicas” (esto permite una comparación más ajustada con instituciones multidisciplinarias como el IIBCE o la UdelaR). En este caso se obtuvieron los artículos publicados por investigadores de estas instituciones en estos años y se calculó la tasa de crecimiento relativo (TCR) anual de la producción como la diferencia del logaritmo del número de artículos en dos años consecutivos. De esta manera se elimina el efecto “tamaño” de cada institución. INIA presentó la TCR promedio (2012-2016) más alta de todas las instituciones estudiadas. El valor fue muy similar al que presentó la UdelaR, al menos en esta gran área del conocimiento.



**Figura 7** - En 60 de los 112 artículos registrados en AINFO los investigadores de INIA tuvieron un rol protagónico.





**Figura 8** - Tasa de crecimiento relativo anual promedio para el período 2012-2018 para las mismas instituciones consideradas en la figura anterior. Los cálculos están hechos a partir de los artículos correspondientes a Ciencias Agrarias y Biológicas registrados en Scopus. La TCR de cada año se calcula como:  $\ln(\#art.)_{año\ t} - \ln(\#art.)_{año\ t-1}$ . Los valores consignados son los promedios de los años individuales.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los niveles de producción científica de los/las investigadores/as de INIA están aumentando tanto cuantitativa como cualitativamente. En base a lo registrado en SCOPUS es dable esperar un crecimiento de la producción de artículos del orden de 8 art. por año, con la misma cantidad de investigadores.

Los niveles de producción son comparables o ligeramente inferiores a instituciones pares nacionales o internacionales. Sin embargo, es la institución, entre las comparadas, en donde la productividad crece con una tasa mayor. Como era esperable los valores de productividad son inferiores a los registrados por los socios de la Alianza Estratégica.

Obviamente hay factores estructurales que explican estas diferencias. Los recursos asignados a Ciencia y Técnica en Uruguay (0,41% del PBI) son sensiblemente menores a los de Irlanda, Nueva Zelanda y España (1,18; 1,26 y 1,19 respectivamente según datos del World Bank). Los recursos asignados a CyT en Uruguay son incluso menores a los que dedican Argentina y Brasil. Más aún la cantidad de investigadores/as por cada mi-

llón de habitantes en Uruguay es entre cuatro y ocho veces menor a la de los países de las instituciones de la Alianza Estratégica.

La calidad de la producción científica de investigadores de INIA también aumenta en el período considerado. La proporción de artículos en revistas con alto impacto sube y el impacto individual de los artículos publicados es alto. De hecho, el impacto medio de los artículos publicados se ubicó ligeramente por encima de la media de lo publicado a nivel mundial.

La generación de conocimiento de calidad en INIA debe consolidar y profundizar las tendencias observadas. Estos procesos no son espontáneos y deben ser nutridos con señales claras y recursos. Sin embargo, el estado actual lleva a nuevos desafíos. Por un lado mejorar la articulación entre la investigación, la innovación y la transferencia (IIT). Es necesario, con otros socios institucionales, fortalecer modelos que trasciendan la concepción lineal de la IIT, es decir la visión en donde la generación de conocimiento precede y no se vincula desde el comienzo con los procesos de generación de productos y su transferencia a los distintos actores públicos y privados. La consolidación de modelos de co-innovación y un trabajo más cercano con los actores desde la génesis misma de los proyectos son claves en mejor la articulación institucional.

Los indicadores de producción científica muestran que INIA es un actor relevante no sólo en el proceso de “innovación relativa o incremental” (por ej. la adaptación del conocimiento y las tecnologías a condiciones locales) sino en la “innovación absoluta o radical”, o sea aquella en donde la generación de conocimiento produce desarrollos tecnológicos originales a nivel global. INIA no puede llevar adelante este proceso de manera aislada, es imprescindible el trabajo conjunto con el resto del sistema de CyT, el Estado y el sector privado. La creación de unidades mixtas, consorcios y el desarrollo de proyectos interinstitucionales que se ha impulsado y/o acompañado desde INIA son una señal clara de avance en ese sentido.

## AGRADECIMIENTOS

Al equipo de la Gerencia de Investigación y a los miembros del Comité Gerencial.

## REFERENCIAS

GARFIELD; Eugene (1955): Citation Index for Science: a new dimension in Documentation through association of Ideas. Science, 122 (3159): 108-111. <http://science.sciencemag.org/content/sci/122/3159/108.full.pdf>

HIRSCH; J.E (2005): An index to quantify an individual's scientific research output. Proc Natl Acad Sci USA, 102: 16569-16572. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0507655102>

WALTMAN, L. (2016). A review of the literature on citation impact indicators. Journal of Informetrics, 10, 365-391. doi:10.1016/j.joi.2016.02.007

En los últimos años los investigadores de INIA ha concentrado su producción científica en revistas de alto impacto.



STOP a la erosión del suelo\*

# DESARROLLANDO CAPACIDADES PARA LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

## La contribución de INIA

Lic. Flavia Orgambide  
Gerencia de Investigación de INIA<sup>1</sup>

INIA ha asumido un importante compromiso en el desarrollo y fortalecimiento del capital humano vinculado a la investigación y a la ciencia. Apuntalar la formación de estudiantes de posgrado, su incorporación a actividades de investigación e integración a la comunidad científica nacional e internacional con alto nivel académico, es una política que lleva adelante de manera activa. En este sentido, INIA se ha posicionado como un actor clave en la formación de estudiantes en el área de las ciencias agrarias en el ámbito nacional, lo cual genera beneficios tanto para el Instituto como para el país.

Más de 180 estudiantes de posgrado y posdoctorados se han incorporado a INIA a través de diversas modalidades de financiación (internas y externas), así como también en calidad de honorarios. Todos ellos trabajan y desarrollan sus actividades de investigación en diversos proyectos de la agenda del Instituto. Históricamente, INIA ha fomentado que sus investigadores participen como tutores en la

formación de estudiantes; hoy son más de 70 los investigadores que acompañan a estudiantes en el desarrollo de su formación académica (en roles de tutoría y co-tutoría), así como a quienes están realizando su experiencia posdoctoral (en rol de referente científico). Esto implica asumir, además de un enorme compromiso, un papel clave a nivel institucional y académico.

\*El jueves 5/12 se celebró el día Mundial de la Conservación de Suelos impulsado por FAO. Kathrin Grahmann, quien está cerrando su experiencia posdoctoral en INIA La Estanzuela, se encuentra trabajando en la temática y lleva adelante una campaña cuyas acciones se suman al movimiento global para detener la erosión del suelo. El objetivo de dicha campaña es sensibilizar sobre la importancia de la salud del suelo, de las prácticas agrícolas sustentables y de la evaluación de sus condiciones, en pos de combatir su erosión en Uruguay. En el marco de la 3ª Expotesis, tuvimos la oportunidad de participar en un desafío fotográfico nacional. Deseamos a Kathrin éxitos en sus próximos emprendimientos y feliz retorno a Alemania junto a su familia. Quienes deseen sumarse a la iniciativa: <http://www.fao.org/world-soil-day/es/>.

<sup>1</sup>Colaboraron en la elaboración del artículo los Lic. Juan Mechelk y Verónica Darino. Revisión: Ing. Agr. José Paruelo.

En relación con este gran compromiso que asume INIA del desarrollo de capital humano, con el objetivo de repensar, conocer y compartir experiencias, la Gerencia de Investigación ha llevado a cabo dos instancias de intercambio, denominadas “Clínica de Tutores” y “Ciclo de Charlas con Estudiantes”.

## CLÍNICA DE TUTORES

El pasado 29 de julio se llevó a cabo en INIA La Estanzuela la primera “Clínica de Tutores”, que contó con la participación de 26 investigadores, incluyendo coordinadores de unidad y directores de programa. El objetivo principal de esta instancia es brindar apoyo a quienes con su dedicación impactan (y han impactado) en las experiencias personales y profesionales de las nuevas generaciones de investigadores y científicos, así como de manera directa en el fortalecimiento de la estrategia institucional en materia de formación de capital humano, producción científica y tecnológica.

Se trata de un espacio orientado a generar intercambios que permitan crear, recrear y consolidar conocimientos, así como reflexionar sobre la propia práctica tutorial mediante la resignificación del saber y saber hacer; a su vez, generar nuevos significados mediante el aprendizaje colaborativo entre pares, fortaleciendo los vínculos e incorporando nuevas estrategias en la relación con los estudiantes. Dicho espacio se diseñó además, en procura promover la identificación y reconocimiento por parte del tutor/co-tutor/referente de sus propios recursos, conocimientos, habilidades, motivaciones, emociones, expectativas y limitaciones, así como sus propias creencias respecto al rol de tutoría y el impacto que en las diversas dimensiones posee su accionar.

En el marco de los procesos formativos el tutor desempeña un lugar de relevancia, en el que recae gran parte de la responsabilidad sobre los resultados vinculados a la formación y experiencia del estudiante. Condiciones relacionadas a la experiencia, conocimientos, características personales, motivación y vocación claramente orientada hacia el desarrollo de terceros, son aspectos que impactan favorablemente en la calidad de tales procesos, así como en la experiencia que los involucrados (tutor/a – estudiante) transiten.

En esta línea, el tutor es un agente dinamizador de los procesos formativos y de las experiencias en general, es un orientador, un consejero y un acompañante que desencadena procesos integrales de aprendizaje, cuyo objetivo es potenciar el rendimiento académico y la formación del estudiante desde una perspectiva integral.

Si bien la tutoría es un derecho de todo estudiante y la relación (estudiante-tutor) es principalmente para el beneficio del tutorado, en la medida que se logren alinear las necesidades y expectativas de ambos, mejor será el resultado que se obtendrá de dicha relación.

Resulta fundamental entonces que, desde el inicio, ambos involucrados pongan en común los objetivos de la relación de tutoría, donde deberá predominar el buen clima, la comunicación y la construcción conjunta. Se trata de un aprendizaje dialógico que fluye en distintas direcciones (tutor-alumno-tutor) donde no existe una regla específica, ya que cada relación es única e irrepetible.

La relación entre tutor y estudiante fue el foco principal de la Clínica de Tutores y aunque el intercambio generó más preguntas que certezas, se comenzó con un proceso que apunta a mejorar las prácticas que, en definitiva, no solo mejorará la experiencia de los estudiantes sino la de los propios tutores.

## CICLO DE CHARLAS CON ESTUDIANTES Y POSDOCTORADOS

La incorporación de estudiantes de posgrado ha implicado un gran desafío de gestionar una dotación de jóvenes cuyas formaciones, motivaciones y expectativas son diferentes. Los estudiantes y posdoctorados, además de dinamizar la investigación y los equipos de trabajo, fortalecen las capacidades instaladas y el vínculo con la academia. Aquellos proyectos que incorporan estudiantes se constituyen en instrumentos promotores de la innovación, la generación de conocimientos y de la proximidad con el sector agropecuario y agroalimentario.

En este contexto, el 28 de octubre de 2019 en INIA La Estanzuela, tuvo lugar la primera charla en el marco de lo que la Gerencia de Investigación ha dado en llamar “Ciclo de Charlas con Becarios”. Esta primera jornada tuvo el objetivo principal de iniciar un ciclo orientado a reflexionar acerca de cómo es la formación de los estudiantes de posgrado y la experiencia de los becarios de posdoctorado, lo cual nos desafía a continuar profundizando y diseñar diversas estrategias que favorezcan el desarrollo de los estudiantes y posdoctorados en INIA.

Para hablar de estos y otros temas relativos a cómo posicionarse en el mundo profesional una vez que finalicen su vinculación con INIA, nos acompañaron Santiago Fariña, Director del Programa Nacional de Investigación en Producción Lechera y Martín Fraga, Investigador Principal de la Plataforma de Salud Animal. Mediante un intercambio fluido y ameno, ambos relataron sus propias experiencias durante su formación, así como las dificultades y desafíos que debieron abordar durante y con posterioridad a la misma; a su vez, transmitieron la importancia de generar redes intra e interinstitucionales que permitan explorar otras áreas, oportunidades de desarrollo laboral y profesional, etc.

Tuvimos la posibilidad de conocer a través de Irene Purtscher, coordinadora de Laboratorios y Servicios de La Estanzuela, el funcionamiento y sistema de gestión basado en calidad de los laboratorios de la estación experimental; a su vez, nos brindó un panorama acerca de la planifica-

ción que llevan adelante en pos de alcanzar las metas establecidas y responder a las demandas que reciben tanto de clientes internos, como externos, entre otros aspectos vinculados.

Luego de dicha presentación, los asistentes recorrieron las Unidades Experimentales de INIA La Estanzuela, donde fueron recibidos por sus encargados (Damián González, Eduardo Pérez y Marcelo Plá), quienes ofrecieron una perspectiva integral y muy ilustrativa sobre los experimentos que allí se realizan, los modelos de gestión y el funcionamiento general de cada una de

ellas, contando cada presentación y recorrido, con la activa participación de los jóvenes.

Esta jornada se produjo en un marco de un intercambio muy productivo entre los diversos actores vinculados tanto a la regional, como a las actividades relacionadas con la formación de personas en INIA.

Las consideraciones, oportunidades de mejora, etc., permitieron generar, de manera conjunta, una gran cantidad de ideas para continuar mejorando las experiencias de los estudiantes y posdoctorados en el Instituto.

Agradecemos especialmente a Karina Cabrera, Irene Purtscher, Damián González, Marcelo Plá, Eduardo Pérez, Martín Fraga, Santiago Fariña y Darío Hirigoyen.



**Figura 1** - Charla en Unidad de Ovinos.

Responsable: Damián González.

**Figura 2** - Charla en Unidad de Lechería.

Responsable: Marcelo Plá.



**Figura 3** - Charla en Unidad de Bovinos de Carne.

Responsable: Eduardo Pérez.

# EXPOTESIS INIA TREINTA Y TRES

El 26 de noviembre de 2019 se realizó la 3ª Expotesis en INIA Treinta y Tres. El objetivo de esta actividad institucional es brindar un espacio donde intercambiar experiencias, estrategias, metodologías, resultados y modalidades de evaluación de actividades de investigación, a partir de lo cual se promueva la discusión entre actores involucrados en la investigación.

En esta oportunidad, fueron 13 los expositores que presentaron sus respectivos trabajos, entre los cuales se cuentan maestrandos, doctorandos, posdoctorandos e investigadores INIA que se encuentran en capacitación de largo plazo o la han finalizado. A través de sus exposiciones, dieron a conocer los niveles de contribución concretos que vienen realizando y han realizado a los proyectos de investigación del Instituto. Tales resultados, impactan de manera directa en

diversos ámbitos, así como en los núcleos críticos disciplinarios e indicadores institucionales vinculados a la producción científica y tecnológica, entre otras dimensiones de impacto.

La apertura del evento estuvo a cargo de Walter Ayala, director regional de INIA Treinta y Tres y la charla central sobre “Ciencia, tecnología e innovación en INIA y Uruguay: actualidad y desafíos” a cargo de Miguel Sierra, Gerente de Innovación y Comunicación del INIA y gerente de CONICYT.

La 3ª Expotesis ha cumplido nuevamente como un espacio de intercambio de conocimientos entre los distintos programas de investigación de INIA, permitiendo compartir experiencias de investigación enmarcadas en el desarrollo académico de los estudiantes.

## Trabajos de tesis de estudiantes de maestría



“Caracterización de razas e introgresión de genes de resistencia a roya asiática en líneas del PMG de INIA”

**Jhon Larzabal** / Maestría - LE  
Tutora: Silvina Stewart

“Evaluación de componentes de rendimiento de semillas y características agronómicas en el Lotus Híbridos”

**Denise De Moura** / Maestría - TB  
Tutor: Rafael Reyno



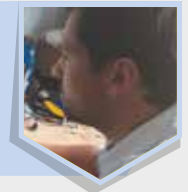
“Diversidad y estacionalidad de las especies de tábanos (Diptera: Tabanidae) en Uruguay”

**Martín Lucas** / Maestría - TB  
Tutor: Cecilia Miraballes Co-tutor: Franklin Riet

## Trabajos de tesis de estudiantes de doctorado

Viabilização da intensificação da produção sustentável de grãos nas terras baixas na bacia da Lagoa Mirim através do uso de geotecnologias”

**Marcos Valle Bueno** / Doctorado - TT  
Tutores: Álvaro Roel Co-tutor: José Barbat



“Enfermedades infecciosas que causan abortos en bovinos con enfoque en rodeos lecheros de Uruguay”

**Caroline Da Silva Silveira** / Doctorado - LE  
Tutor: Franklin Riet

“Caracterización molecular de virus gastroentéricos bovinos en Uruguay”

**Matías Castells** / Doctorado - CENUR  
Tutor: Rodney Colina



“Bacillus mineralizadores de fósforo como biofertilizantes: efecto sobre la disponibilidad de P en el suelo, la nodulación por rizobios y la nutrición de la planta, e impacto sobre la comunidad microbiana de la rizósfera de plantas de soja”

**Pablo Torres** / Doctorado - LB  
Tutor: Eduardo Abreo Co-tutor: Pablo Fresia

### Proyectos de investigación de posdoctorados

“Análisis y manejo de datos del experimento agrícola de largo plazo más antiguo de Latinoamérica”

**Kathrin Grahmann** / Posdoctorado - LE  
Referente: Andrés Quincke



“Recursos hídricos: experiencias de mi estancia postdoctoral en INIA”

**Rafael Navas** / Posdoctorado - LB  
Referente: Álvaro Roel

“Sistemas de soporte a decisiones en el medio rural basados en la evaluación de cambios en el uso del suelo y la caracterización de los actores agropecuarios”

**María Vallejos** / Posdoctorado - LE  
Referente: Verónica Ciganda



### Investigadores INIA que han finalizado o se encuentran en el marco del Plan de capacitación de largo plazo



“Desarrollo de madres e híbridos usando genes de esterilidad termo fotosensibles en Arroz”

**Federico Molina** / Capacitación Largo Plazo - TT

“Respuesta fisiológica del olivo a estrés biótico y abiótico”

**Paula Conde** / Largo Plazo - LB



“Causas y consecuencias de la entrada de nitrógeno por fijación biológica en campo natural”

**Gerónimo Cardozo** / Capacitación Largo Plazo - TT



El boletín informativo del Instituto fue lanzado en 2019 y bimestralmente aborda los principales temas en los que trabajan los investigadores con un lenguaje amigable.

## INIA INFORMA BUSCA POSICIONAR LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA EN LA AGENDA DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN

Lic. María José García

Imagen Corporativa y Comunicación Institucional

En 2019 INIA se propuso profundizar y enriquecer la comunicación con políticos, tomadores de decisión y prensa generalista, tres actores relevantes que inciden de distintas formas en el quehacer institucional y en el desarrollo nacional. Para lograrlo, el equipo de Imagen Corporativa y Comunicación Institucional propuso la creación del boletín INIA Informa, un nuevo canal de comunicación que culminará el año con cinco números publicados.

Con una frecuencia bimestral, el material presenta los principales asuntos de interés, conocimientos y tecnologías desarrolladas por el Instituto, con el objetivo de posicionar en la agenda pública temas sensibles para la población y los consumidores vinculados a la investi-

gación agropecuaria, así como abordar contenidos que están siendo debatidos por la sociedad y en los que INIA se encuentra trabajando.

Adaptándose al lector al que se dirige y desmarcándose de otras plataformas de comunicación que ya utiliza la institución, INIA Informa apostó a un lenguaje amigable para explicar temas técnicos. Además, valiéndose de fotografías del Instituto, gráficos, destacados, recuadros con datos de color y glosarios sobre terminología específica, el boletín apuesta a una lectura más fluida y dinámica, que siempre puede complementarse para profundizar con las publicaciones científicas disponibles en el sitio web institucional.

Mediante entrevistas a autoridades, investigadores y referentes de los programas y unidades del Instituto, se releva la información para cada una de las seis notas que integran los números de los distintos periodos. Esto también permite presentar a quienes trabajan en INIA, para transparentar y acercar al público con los técnicos y especialistas.

El trabajo en cannabis medicinal, el posicionamiento de las variedades de arroz desarrolladas por INIA, los avances en lechería y el tambo robotizado y en mejoramiento genético y postcosecha de cítricos, son algunos de los ejes temáticos abordados en los números publicados hasta el momento.

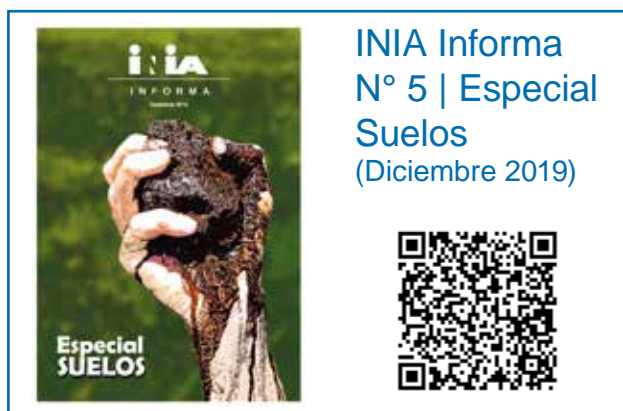
También se presentaron las herramientas desarrolladas en control biológico para atacar plagas de distintos rubros productivos y emplear menos agroquímicos, la evolución histórica de las evaluaciones de diagnóstico de gestación vacuna y la importancia del bienestar animal para el Uruguay y su inserción en los mercados internacionales.

Por su parte, distintos voceros de INIA han participado y realizado su aporte con columnas de opinión o notas escritas en conjunto vinculadas, por ejemplo, a la importancia del glifosato y la siembra directa, la contribución del Instituto en la mejora de la carne nacional, o cómo lograr sistemas de producción más sustentables en producción ovina.

En tanto, la actividad institucional también ha quedado reflejada en notas sobre eventos de relevancia como la visita del Secretariado Mundial de Angus y la inauguración de la cosecha de arroz 2019, así como la participación de INIA en Expo Prado, Expoactiva Nacional y Expo Melilla.

Para cuidar el medioambiente, llegar a más personas y capitalizar las nuevas posibilidades que ofrece la tecnología, cada edición de INIA Informa es distribuida de forma digital una vez que finaliza el bimestre y queda disponible en la biblioteca digital del Instituto, donde se puede acceder a los boletines completos y a las notas por separado.

El boletín aborda contenidos que están siendo debatidos por la sociedad y en los que INIA se encuentra trabajando.



## UN INIA INFORMA ESPECIAL PARA FINALIZAR EL AÑO

El quinto número del boletín y el último del 2019 es una edición especial enfocada en el trabajo de INIA en materia de suelos y su impacto en el medioambiente.

Los puntos de vista de distintos referentes del tema quedan contemplados en un INIA Informa que repasa el contexto nacional e histórico que determinó el estado actual de este valioso recurso, las amenazas o peligros, las implicancias de un buen manejo y la importancia de su conservación y los aportes del Instituto en lo que refiere a campo natural.

Los lectores también tienen oportunidad de conocer en profundidad de qué tratan los experimentos de largo plazo de INIA La Estanzuela y Treinta y Tres y la contribución al conocimiento científico que han representado en el tiempo, además de comprender cómo influye el cambio climático en la evolución de los suelos y de acercarse a la labor que realiza el Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental del INIA en la materia.

Para descargar las ediciones anteriores de INIA Informa apunte con su cámara a los siguientes códigos QR:



INIA Informa n° 1  
(Enero-Marzo 2019)



INIA Informa n° 2  
(Abril-Mayo 2019)



INIA Informa n° 3  
(Junio-Julio 2019)



INIA Informa n° 4  
(Agosto-Septiembre 2019)





Foto: INIA

# CONECTANDO Y ALINEANDO A LOS PRODUCTORES DE ALIMENTOS CON LOS CONSUMIDORES: el caso de la ganadería uruguaya

Ing. Agr. PhD Fabio Montossi<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. MSc Fiorella Cazzuli<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. PhD Verónica Ciganda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director Nacional  
<sup>2</sup>Programa de Investigación en Carne y Lana  
<sup>3</sup>Programa de Investigación en Producción  
y Sustentabilidad Ambiental

En un escenario de creciente demanda de alimentos a nivel mundial, INIA analiza las principales oportunidades de nuestro sector ganadero. Para diferenciarse y ocupar nichos de mercados de alto valor, Uruguay debe necesariamente atender las demandas crecientes, diferenciales y sofisticadas de consumidores del alto poder adquisitivo.

## INTRODUCCIÓN

Recientemente hemos sido testigos de debates intensos y divergentes sobre la responsabilidad que tiene la ganadería a nivel mundial en términos del cuidado de nuestro planeta. Los activistas por el respeto de los derechos de los animales también tienen creciente influencia en la opinión pública internacional.

Estas tensiones son parte de una nueva realidad y generan desafíos que tiene que enfrentar el sector hacia el resto de la sociedad (local y global). El problema central que enfrentamos en estos debates - formales e informales - es la falta de información y sobre todo la desinformación, en donde los diferentes actores desarrollan y defienden sus argumentos en pro o en contra de la ganadería.

Frente a este proceso en curso, se destaca la necesidad de actitudes proactivas y de un análisis que permita identificar oportunidades del sector en un marco desafiante, y sobre todo que ayude a transformar los cuestionamientos en oportunidades. La ciencia y la tecnología juegan un rol estratégico y fundamental en brindar argumentos objetivos a la construcción del debate. En INIA, nuestra visión se fundamenta en el “crecimiento sostenible” del sector agropecuario, en donde la ciencia y la tecnología son garantes de generar confianza en lo que producimos y exportamos. En la Figura 1, se presenta el modelo conceptual de crecimiento sostenible del sector agropecuario y la generación de confianza entre los productores de alimentos y los consumidores finales, donde se resalta el rol de la ciencia, tecnología e innovación.

Se promueve una producción agropecuaria más limpia (uso responsable de agroquímicos), ética (bienestar animal) y verde (minimización del impacto ambiental). En este contexto, no es posible hablar de un único tipo de ganadería en el mundo, ya que existen múltiples y diferentes sistemas de producción entre y dentro de los países y regiones. Por otra parte, la población mundial no ha parado de crecer y es necesario alimentar a millones de personas con alimentos inocuos, de alto valor nutritivo y que promuevan la salud humana.

Es en este sentido, se generó una publicación asociada a la “Intensificación Sustentable” de nuestra ganadería (Montossi y Cazzuli, 2015), la cual profundiza en los aspectos fundamentales que se desarrollan en el presente artículo.

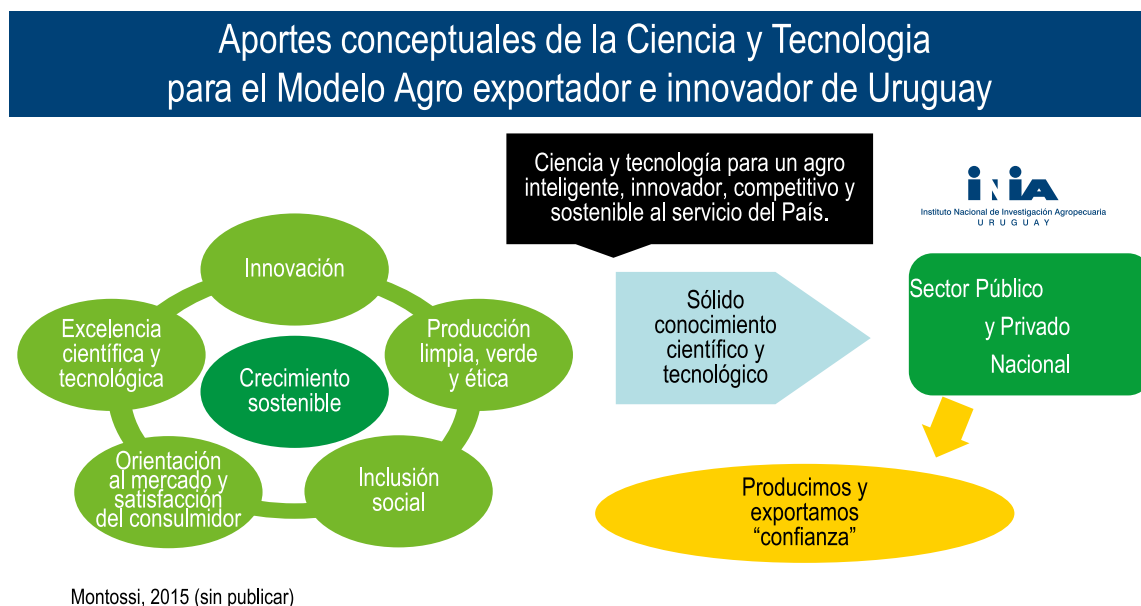
INIA promueve una producción agropecuaria más limpia (uso responsable de agroquímicos), ética (bienestar animal) y verde (minimización del impacto ambiental).

## UN MERCADO DE LA CARNE EN CRECIMIENTO: TENDENCIAS DE LOS CONSUMIDORES Y CÓMO POSICIONARSE

Entre los desafíos que señala FAO (2017) se encuentra cubrir el incremento de demanda de alimentos a nivel mundial para el año 2050, previsto que sea del orden del 50%.

Específicamente, la demanda por alimentos cárnicos se verá aumentada sustancialmente durante la próxima década, a una tasa anual aproximada de 1.6% (OECD/FAO, 2014). En este escenario, es de esperar que el consumo de carne crezca sustancialmente, ya que se trata de una fuente estratégica de proteína en la dieta humana (Montossi *et al.*, 2013).

Este escenario, claramente le abre a nuestro país una oportunidad en términos de participar de este mercado globalizado, competitivo y en crecimiento, pero, por otro lado, también necesariamente presiona en cómo diferenciar a Uruguay de otros países, en cuanto al tipo de carne a producir y, en particular, al proceso de ge-



**Figura 1** - Ciencia, tecnología e innovación y crecimiento sostenible del sector agropecuario.



Foto: O. Blumetto

**Figura 2** - La producción ganadera sobre campo natural coexiste con la biodiversidad de los ecosistemas locales.

neración de este alimento desde su origen. Si Uruguay quiere diferenciarse de forma significativa y competitiva, ocupando nichos de mercados de alto valor, necesariamente debe atender las demandas crecientes, diferenciales y sofisticadas de consumidores del alto poder adquisitivo que tienen una serie de requisitos en cuanto a sus creencias, valores, etc. (Montossi *et al.*, 2013; 2018).

Entonces, para participar desde este escenario de oportunidades, algunas preguntas que surgen y deben ser abordadas desde la investigación son: ¿cómo plantearse una ganadería uruguaya que satisfaga las elevadas exigencias de los clientes y que además sea capaz de intensificarse en forma sostenible? y ¿cuáles son los elementos diferenciales que ya podemos capitalizar en los mercados de alto valor “desde al consumidor al campo? Las respuestas son complejas, pero hace ya un tiempo que se vienen abordando estos desafíos en forma multidimensional e interinstitucional a nivel nacional e internacional.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

El modelo de producción ganadero predominante en Uruguay es pastoril y a cielo abierto. Si bien existe una proporción de animales provenientes de encierres (10-12%), es importante destacar que está prohibido por ley el uso de hormonas, antibióticos y alimentos de origen animal para toda la producción ganadera nacional. Además, de los 16 millones de hectáreas de producción, 10,5 millones (64%) corresponden a campo natural (CGA, 2011). Las pasturas, y en particular el campo natural (CN), son una excelente fuente de diversidad

(vegetal, animal, del microbiota del suelo) y de servicios ecosistémicos que benefician a los seres humanos y que son especialmente valorados por los consumidores de alto poder adquisitivo que podemos fidelizar (Montossi *et al.*, 2013; 2018).

Uruguay es reconocido como referente en el proceso de trazabilidad de productos y el número de mercados abiertos a las carnes uruguayas sigue creciendo, así como las divisas generadas por este sector. La trazabilidad le otorga a la cadena cárnica uruguaya una ventaja competitiva que es muy difícil de implementar de manera similar por otros países productores y exportadores, al menos en el mediano plazo.

Al menos el 50% del costo de producción de carne está ligado a la alimentación que reciben los animales. El INIA se encuentra liderando programas de mejoramiento genéticos en bovinos (Navajas *et al.*, 2014), y recientemente en ovinos, hacia un aumento en la eficiencia de conversión de alimentos por los animales, lo cual ha resultado en una estrategia de mitigación prometedor para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (Dini *et al.*, 2018). En este sentido, también INIA ha demostrado la posibilidad de mitigar las emisiones a través de la mejora en la calidad de la pastura ofrecida a los bovinos (Dini *et al.*, 2017), lo cual es posible lograr en nuestro CN a través del adecuado manejo del pastoreo, nuevamente contribuyendo a una ganadería climáticamente inteligente.

Desde los sistemas de producción, y específicamente los productores que son quienes los desarrollan, nuestra visión es que el productor ganadero moderno, familiar o no, tendrá que tener un perfil empresarial, ser solidario y emprendedor, reconocido y conectado con el resto de la sociedad. Deberá estar motivado y con objetivos claros, abierto a nuevas ideas, con determinados valores, creencias y estilo de vida, instruido, informado dentro y fuera del sector, familiarizado con las TIC's, asesorado y formando parte de un proceso de mejora continua y con una estrategia de sucesión generacional bien definida.

Las pasturas, y en particular el campo natural, son una excelente fuente de biodiversidad y de servicios ecosistémicos que benefician a los seres humanos y que son especialmente valorados por los consumidores de alto poder adquisitivo.

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO: CARNES URUGUAYAS PRODUCIDAS A PASTO

Una estrategia que nuestro país debe seguir es la diferenciación del producto carne, siendo la calidad nutricional un elemento clave. En Uruguay se ha estado trabajando intensamente en la caracterización de los ácidos grasos de la carne y el impacto de la dieta animal sobre su composición, específicamente contrastando sistemas pastoriles (puros o con uso reducido de suplementos en momentos estratégicos) en comparación con los sistemas a feedlot (similar a los americanos y europeos) (Montossi y Sañudo, 2007). Entre las conclusiones a las que se llegó con estos estudios se menciona el efecto positivo de la dieta de base pastoril sobre el perfil de ácidos grasos y contenido de vitamina E de la carne. Además, varias investigaciones demuestran que la carne uruguaya tiene niveles de ácidos grasos de la serie  $\Omega 3$  muy elevados y una mejor calidad dietética que la carne (ovina y bovina) de países europeos. También se han realizado trabajos en nuestro país en los que se demostró que la carne proveniente de nuestros sistemas pastoriles contiene nutrientes valiosos y esenciales para mantener una dieta saludable y completa, como por ejemplo las formas bioactivas de hierro, hemohierro, selenio y zinc, además de promover el bienestar animal.

## GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE

Para que un sistema sea sostenible requiere de niveles de productividad que se puedan mantener en el tiempo. Esto en gran parte depende de una serie de atributos del suelo como estabilidad de agregados, infiltración, CIC (capacidad de intercambio catiónica), dinámica de nutrientes, etc., relacionados directa o indirectamente con el contenido del carbono orgánico del suelo (COS) (García Lamothe *et al.*, 2009), siendo el COS considerado un indicador de la calidad del suelo. En nuestro país, la implementación de los Planes de Uso y Manejo de Suelo, regulados por la DGRN-MGAP, tienen como fundamentos técnicos generados hace más de 50 años, en el ensayo de rotaciones de cultivos y pasturas más antiguo de Latinoamérica, instalado en INIA La Estanzuela, complementado con conocimiento generado también afuera de INIA y del país.

Entre los resultados de este ensayo se destaca la sinergia en términos del control de la erosión y conservación del COS del sistema mixto pasturas-cultivos, lo que sugiere el estrecho relacionamiento que existe entre la agricultura en los suelos que la permiten y la ganadería. Particularmente, los sistemas con mayor inclusión de pasturas en la rotación, evaluados en el experimento mencionado, han mostrado aumentos del COS casi constantes (Quincke *et al.*, 2009), siendo posible especular que los sistemas radiculares de las pasturas perennes son más extensos y activos y podrían aumentar la formación de agregados del suelo y potenciar los mecanismos de protección física y de estabilización química.

Uruguay es reconocido como referente en el proceso de trazabilidad de productos y el número de mercados abiertos a las carnes uruguayas sigue creciendo.

ca. Esto estaría indicando que la inclusión de pasturas para la ganadería favorece la calidad de los suelos.

La modelación de la aplicación de un modelo de intensificación sostenible en la ganadería nacional, basado en la mejora de los procesos de producción, la gestión y productividad de la base forrajera sumado al uso estratégico de suplementos, promueve una ganadería climáticamente inteligente que mejora la huella del carbono y nitrógeno (Schwoob, *et al.* 2016).

## ASPECTOS RELACIONADOS AL BIENESTAR ANIMAL

Tanto los consumidores de los países industrializados como los ciudadanos uruguayos, prestan cada vez más atención a los aspectos vinculados al bienestar animal y su calidad de vida.

Las Auditorías de Calidad de Carne (llevadas adelante desde el año 2002 cada cinco años por INIA-INAC-Colorado State University) y los trabajos de investigación sobre aspectos de manejo animal (ej., castración, descornado, descole, manejo, sombra, abrigo, etc.), trans-



**Figura 3** - La trazabilidad le otorga a la cadena cárnica uruguaya una ventaja competitiva.

porte animal (ej. espacio, manejo, etc.) y a nivel de la planta frigorífica (espacio, manejo, sistema de insensibilización, etc), demuestran claramente las mejoras en el bienestar animal a lo largo de la cadena cárnica (del Campo *et al.*, 2014).

**REFLEXIONES FINALES**

La información científica internacional y local presentada en este artículo resaltó y resumió la creciente importancia de diseñar e implementar sistemas de producción sostenibles con el objetivo de alcanzar nichos de mercado sofisticados y de alto valor en todo el mundo. La industria uruguaya de la carne roja se ha centrado en cómo llevar a cabo estrategias de manera flexible para cumplir con los requisitos y estándares de estos nichos de mercado, a través de la implementación de prácticas diferenciadas de producción, procesos y comercialización.

Los sistemas de producción sostenibles se materializarán sobre la base de una visión integral: ética, cultura, medio ambiente, sociedad y economía. Para esto, se necesita el continuo apoyo y la contribución de la ciencia, contemplando las diferentes preferencias, creencias y derechos de los consumidores.

Se enfatiza que el alineamiento de “la cultura, las creencias, los valores y la educación” entre los proveedores de carne (y de alimentos en general) y consumidores de alto poder adquisitivo son de vital importancia y definitivamente marcarán la posibilidad de una relación estable y duradera. La conexión de estos dos “mundos” -entre otros- esta basada en “facilitadores” que conectan a los sistemas que generan alimentos diferenciados con consumidores sofisticados y alto poder adquisitivo (Figura 5).



**Figura 4** - El 64 % de las hectáreas de producción uruguayas corresponden a campo natural.

Además de los beneficios de preocuparse por la sostenibilidad ambiental y las percepciones de los consumidores sobre ella, los problemas éticos de los animales también deben guiar las políticas públicas en esta misma dirección.

Certificar o promover aún más estas dos características sin duda puede ser de gran ayuda para impulsar las estrategias de comercialización de carne uruguaya y ganar la confianza y lealtad de los consumidores de todo el mundo. La información científica y tecnológica independiente e imparcial debe ser generada y comunicada por las entidades de investigación uruguayas en coope-



**Figura 5** - Los factores fundamentales que aseguran un alineamiento entre las preferencias de los consumidores y los sistemas de producción que proveen alimentos para los mismos.

Varias investigaciones demuestran que la carne uruguaya tiene niveles de ácidos grasos de la serie  $\Omega 3$  muy elevados y una mejor calidad dietética que la carne (ovina y bovina) de países europeos.

ración con sus homólogos internacionales, promoviendo de forma objetiva las virtudes de nuestros sistemas de producción “naturales”, biodiversos, que proveen servicios ecosistémicos, que cuidan del bienestar animal, y que generan alimentos inocuos y promueven una alimentación saludable. Este es un camino inevitable para construir un agronegocio sostenible en términos económicos, sociales y ambientales en el largo plazo, que además se alinee con las tendencias del consumidor y las políticas y regulaciones internacionales de los mercados de la carne de alto valor.

Como mensaje final destacamos que “en una sociedad moderna y emprendedora, educación, ciencia e innovación están llamadas a ser las herramientas más poderosas para buscar el balance entre producción, industrialización y consumo de productos animales y vegetales, donde se promocióne un mundo más sostenible, donde los derechos de los individuos y la comunidad son respetados y simultáneamente, se promueva la preservación ambiental. Los sistemas de producción de carne del Uruguay pueden y deben dirigirse hacia este destino”.

## BIBLIOGRAFÍA

CGA. 2011. Censo General Agropecuario 2011: resultados definitivos. MGAP/DIEA. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/censo2011.pdf>.

del Campo M, Brito G, Montossi F, Soares de Lima JM, San Julián R (2014). Animal welfare and meat quality: The perspective of Uruguay, a “small” exporter country. *Meat Science*, 98(3): 470–476.

DINI, Y., GERE, J.I., CAJARVILLE, C., CIGANDA, V.S. 2017. Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South America. *Animal Production Science* 58(12) 2329-2334 <https://doi.org/10.1071/AN16803>

Dini, Y., C. Cajarville, J.I. Gere, S.Fernandez, M. Fraga, M.I. Pravia, E.A. Navajas, V.S. Ciganda. 2018. Association between residual feed intake and enteric methane emissions in Hereford steers. *Translational Animal Science*, Volume 3, Issue 1, January 2019, Pages 239–246, <https://doi.org/10.1093/tas/txy111>

FAO. 2017. El futuro de la alimentación y la agricultura: tendencias y desafíos. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>.

García Lamothe, A., R. Díaz, A. Morón, J. Sawchik y A. Quincke. 2009. El balance de N y la sostenibilidad de los agro ecosistemas. In *Efectos de la Agricultura, la Lechería y la Ganadería en el Recurso Natural Suelo: Impactos y Propuestas*. Serie Actividades de Difusión N°587. INIA-La Estanzuela.

Montossi F, Sañudo C (2007). Cooperación Hispano-Urugaya: Diferenciación y Valorización de la Carne Ovina y Bovina del Uruguay en Europa: Influencia de Sistemas de Producción sobre Aceptabilidad y Percepción de Consumidores y Salud Humana. Tacuarembó: INIA. Serie Técnica N° 168. Montossi, F.; Cazzuli, F. 2015. Avances en la construcción de un modelo de intensificación sostenible de la ganadería del Uruguay. En: Núñez, R.; Ramírez, V.; Fernández, S.; Araújo, O.; García, M.; Díaz, T. (Eds). *La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal*. México: Biblioteca Básica de Agricultura, 2015. pp 607-622.

Montossi, F.; Cazzuli, F.; Brito, G.; Realini, C.; Luzardo, S.; Rovira, P; and Font-i-Furnols, M. 2018. The challenges of aligning consumer preferences and production systems: Analysing the case of a small beef meat exporting country. *International Journal of Agricultural Policy and Research* Vol.6 (9), pp. 144-159.

Navajas, E, Pravia, I, Lema, M, Ravagnolo, O, Clarieget, J, Dalla Rizza, M, Montossi, F (2014). Selección genómica en eficiencia de conversión y calidad de canal de la raza Hereford en Uruguay. *Anuario Hereford Del Uruguay*, 160–176.

OECD/FAO. 2014. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2014*. OECD Publishing, París. 323 p. Disponible en: [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2014\\_agr\\_outlook-2014-en#page1](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2014_agr_outlook-2014-en#page1).

Quincke, A., A. Morón, J. Sawchik, A. García y R. Díaz. Dinámica del C orgánico en sistemas agrícolas de Uruguay. 2009. In *Efectos de la Agricultura, la Lechería y la Ganadería en el Recurso Natural Suelo: Impactos y Propuestas*. Serie Actividades de Difusión N°587. INIA-La Estanzuela.

Schwoob, M.-H. *et al.* (2016). *Agricultural Transformation Pathways Initiative - 2016 Report*, IDDRI & Rothamsted Research.



Foto: O. Blumetto

**Figura 6** - Uruguay enfrenta la oportunidad y el desafío de conciliar la producción de alimentos saludables con la conservación de sus recursos naturales.



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

# ÍNDICES DE SELECCIÓN: economía y genética en perfecta sintonía

Olga Ravagnolo<sup>1</sup>, Juan Manuel Soares de Lima<sup>1,2</sup>,  
María Isabel Pravia<sup>1</sup>, Mario Lema<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Carne y Lana

<sup>2</sup>Unidad de Economía Aplicada

Mediante un trabajo colaborativo, INIA y la Sociedad de Criadores de Hereford han desarrollado dos herramientas para la mejora genética bovina en sistemas ganaderos comerciales: el ÍNDICE DE CICLO COMPLETO y el ÍNDICE DE CRÍA. Ambos índices aportan información objetiva al proceso de toma de decisiones del productor, maximizando el retorno económico de los sistemas ganaderos de nuestro país.

## SELECCIÓN Y MEJORA GENÉTICA ANIMAL EN SISTEMAS COMPLEJOS

Los sistemas de producción de carne son complejos, ya que están determinados por la interacción de múltiples factores, como nutrición, sanidad, genética y manejo. Hay varios aspectos biológicos de los animales que tienen relación directa sobre los ingresos o sobre los costos de producción, ejemplo de ello son: porcentaje de parición, peso al destete, peso de faena, costo de requerimientos alimenticios, sanidad, entre otros.

Cuando un rodeo se encuentra dentro de valores productivos razonables, se pueden lograr mejoras significativas a través del mejoramiento genético. La principal herramienta en esta área de la que disponen actualmente las razas bovinas predominantes son las evaluaciones genéticas. En ellas se estima el mérito genético de los animales para las principales características de interés. Este proceso culmina con la publicación de Diferencias Esperadas en la Progenie (EPD o DEP) para todas las características, herramienta que permite seleccionar los mejores reproductores para cada una de ellas.

Sin embargo, a la hora de seleccionar cuál es el mejor reproductor a ser utilizado como padre, se deben considerar todas las características simultáneamente, por lo que resulta difícil determinar la relevancia de cada una de ellas. A tales efectos es que se construyen los índices de selección.

## ¿QUÉ ES UN ÍNDICE DE SELECCIÓN?

Un Índice de Selección es una herramienta que resume el mérito genético de un reproductor en un único valor económico. Este valor representa el impacto económico que tendrá en el sistema el uso de un determinado reproductor, ya que cada EPD está ponderado por un coeficiente económico. Por esta razón, los índices de selección constituyen la mejor herramienta de selección cuando el objetivo es maximizar el retorno económico.

Se estiman como la sumatoria de los distintos valores genéticos (EPD) de determinado animal, ponderados por un coeficiente que contempla el retorno económico que se puede lograr a través de la mejora por esa característica.

$$\text{Índice} = a_1 EPD_1 + a_2 EPD_2 + a_3 EPD_3 + a_j EPD_j$$

Donde  $a_1, a_2, a_j$  representan los coeficientes de ponderación de cada EPD y son calculados a partir del valor económico de la característica, de la variabilidad genética de la misma y de su correlación genética con las otras características, así como por las veces que la misma se expresa productivamente en el rodeo.

Un Índice de Selección es una herramienta que resume el mérito genético de un reproductor en un único valor económico.

## ¿CÓMO SE CONSTRUYEN LOS ÍNDICES DE SELECCIÓN?

La metodología para construir los índices involucra varias etapas. En primer lugar se define el sistema donde el rodeo va a producir. Dentro de este sistema, se identifican las características biológicas que afectan los ingresos y los costos y que, por tanto, determinan el resultado económico del sistema ganadero con esa orientación (cría o ciclo completo).

Luego se deben estimar los valores económicos de cada característica objetivo de selección (OS) para el sistema definido. Esto se realiza a través de ecuaciones o mediante el uso de modelos de simulación. El valor económico así calculado, representa el ingreso extra obtenido al incrementar una unidad de una determinada característica, manteniendo las otras constantes y descontando los costos incrementales por aumentar dicha unidad. En el cuadro 1 se presentan los OS definidos para ambos sistemas productivos y el valor económico estimado.

Los valores económicos calculados son corregidos posteriormente por la variabilidad genética de cada característica, las correlaciones genéticas entre las características involucradas, por las expresiones en el tiempo y por el número de veces que esta característica se expresa en el rodeo. Algunas características como el peso al destete se manifiestan temprano en la vida del animal o en otras palabras, poco tiempo después de utilizar el reproductor y en toda la progenie (machos y hembras). Por el contrario, caracteres como el peso adulto de la vaca o la facilidad de parto sólo se expresan pasados varios años y en una fracción menor de la progenie (hembras de reemplazo).

Partiendo de los valores económicos, corregidos por los factores mencionados y considerando la tasa de interés del dinero (considera el tiempo necesario para "cobrar" el producto logrado) se estima un valor o ponderador ( $a_1, a_2, \dots, a_j$ ) que multiplica cada EPD para generar el Índice de Selección.

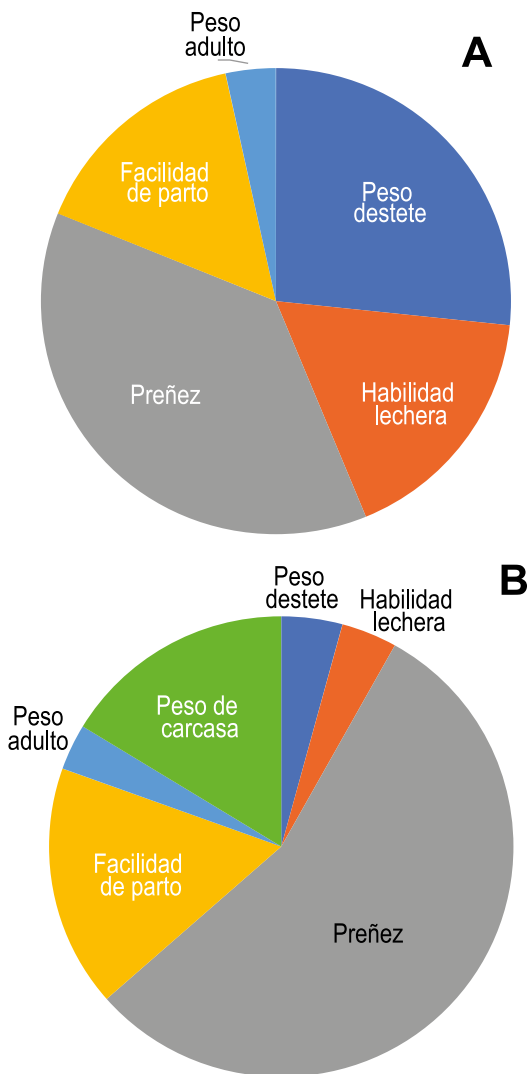
**Cuadro 1** - Valores económicos (U\$\$/incremento en 1 unidad de la característica) estimados para las características objetivo de selección

Característica	Ciclo Completo (U\$\$/unidad)	Cría (U\$\$/unidad)
Peso destete (kg)	-8	43
Habilidad lechera (kg)	-6	21
Preñez (%)	155	93
Facilidad de parto (%)	31	25
Peso carcasa (kg)	74	-
Peso adulto (mantenimiento vaca) (kg)	-14	-9
Peso adulto (vaquillona) (kg)	-4	-5
Peso adulto (vaca refugio) (kg)	58	21



## ¿POR QUÉ DOS ÍNDICES?

Como se observa en el cuadro 1, la importancia económica de cada característica, depende del sistema de producción en el cual el reproductor la exprese. Por esta razón, buscando establecer la dirección de mejora más eficiente para la raza Hereford en el país, se desarrollaron dos índices de selección, uno para sistemas criadores y otro para sistemas de ciclo completo.



**Figura 1** - Importancia económica relativa de los distintos rasgos en el Índice de Cría (A) y Ciclo Completo (B).

Se desarrollaron dos Índices de Selección para la raza Hereford, uno para sistemas criadores y otro para sistemas de ciclo completo.

## ÍNDICE DE CRÍA

El Índice de Cría fue publicado en 2012 para ser utilizado en sistemas criadores, donde los principales ingresos provienen de la venta de terneros al destete y de vacas (gordas o de invernada). Las características más relevantes son las reproductivas, el peso al destete, peso al nacer y habilidad lechera.

El valor del Índice de Cría expresa la superioridad (en valores relativos) de un reproductor en términos del ingreso generado por su progenie respecto a la de otro toro de índice inferior, en un sistema de producción orientado a la cría. Su beneficio económico proviene principalmente del incremento en los kilos de terneros destetados, indicador que se deriva tanto de la mejora en el desempeño de los terneros como en las mayores tasas reproductivas de las hijas que se incorporaran al rodeo.

## ÍNDICE DE CICLO COMPLETO

Este año, INIA y la Sociedad de Criadores de Hereford publican un nuevo índice con el objetivo de facilitar la selección de reproductores para predios ganaderos que hacen ciclo completo y que contempla otras características que lo diferencian de un sistema criador.

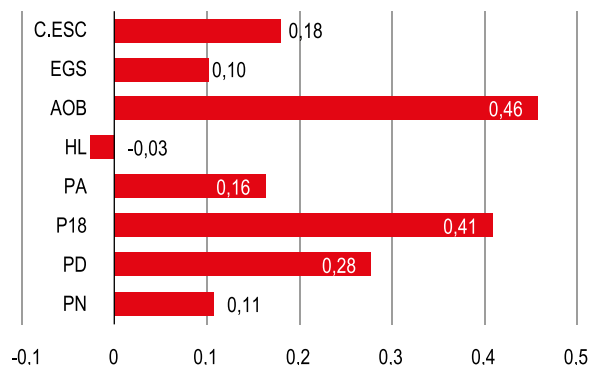
El Índice de Ciclo Completo está diseñado para ser utilizado en sistemas donde los ingresos provienen principalmente de la venta de novillos gordos, seguido por la venta de vacas gordas y con menor relevancia la venta de terneras al destete. Las características más relevantes en el Índice de Ciclo Completo son las reproductivas y el peso de canal.

El Índice de Ciclo Completo refleja la superioridad (en valores relativos) de un reproductor en términos del ingreso generado por su progenie respecto a otro toro de índice inferior, en un sistema de producción orientado a la venta de novillos (ciclo completo). Su beneficio económico proviene fundamentalmente de la venta de novillos, con menor relevancia relativa en el sistema, del desempeño reproductivo y productivo de las hijas que se van incorporando al rodeo.

## RESPUESTAS A LA SELECCIÓN POR EL USO DE ÍNDICES

La selección mediante el índice apuntará a avanzar genéticamente en los diferentes caracteres en una intensidad tal, para cada uno de ellos, que le permita alcanzar

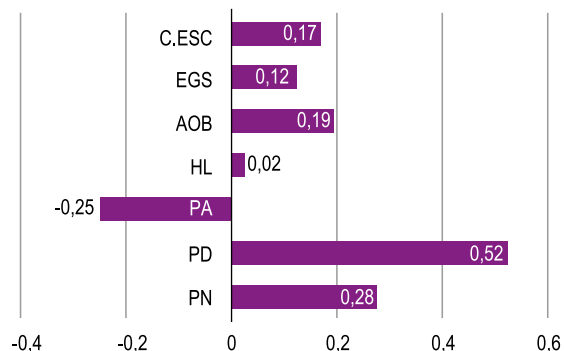
el objetivo planteado para todo índice económico, es decir, el de maximizar el ingreso en un establecimiento. En la figura 2 se representa las respuestas obtenidos en los distintos EPD por el uso del Índice de Ciclo Completo en un período de 10 años de selección. Como las unidades de las características involucradas son diferentes (% de preñez, kilos, etc.) se utiliza el desvío estándar, que es una medida estadística de la dispersión de una variable y a la vez que permite la comparación entre ellas.



**Figura 2** - Respuesta genética a la selección tras el uso del índice de ciclo completo durante 10 años (expresado como desvío estándar).

Los principales avances derivados del uso del Índice de Ciclo Completo, lo constituyen el incremento entre 0,4 y 0,5 desvíos en peso a los 18 meses y el área de ojo de bife (figura 2).

Esto es coherente con los objetivos de un sistema productivo donde la venta de novillos es la principal fuente de ingresos. En segundo nivel en el grado de avance se encuentra el peso al destete, variable que si bien tiene un valor económico negativo por no ser producto de venta en el sistema, está afectada por las fuertes correlaciones con otras características de crecimiento deseadas, como el P18.



**Figura 3** - Respuesta genética a la selección tras el uso del Índice de Cría durante 10 años.

El uso del Índice de Cría promueve un avance importante en peso al destete, característica que constituye uno de los principales motores del sistema junto con las variables reproductivas (Figura 3).



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 4** - El Índice de Ciclo completo responde a los objetivos de un sistema productivo donde la venta de novillos es la principal fuente de ingresos.

El uso del Índice de Ciclo Completo promueve un avance importante en peso a los 18 meses y área de ojo de bife, mientras que el índice de cría capitaliza principalmente peso al destete.

## ¿CÓMO SE INTERPRETAN Y UTILIZAN LOS ÍNDICES DE CRÍA Y DE CICLO COMPLETO?

- Los Índices de selección buscan maximizar el retorno económico para un sistema de producción.
- Ambos índices se expresan en base 100 y deben ser utilizados en términos comparativos con otro reproductor.

**Cuadro 2** - Comparación de Índice de Cría e Índice de Ciclo Completo para tres toros

TORO	FPdir	NAC	DEST	18 MESES	PA_V	LECHE	AOBc	GRASAc	C.ESC	EfC	Índice Cría	Índice C. Compl.
A	3.9	1.7	24.9	41.2	33.7	9.7	4.13	-0.28	1.1	112.8	150	123
B	6.4	0.8	26.4	53.5	45.5	13	4.13	-0.03	1	102.9	160	150
C	-0.2	1.6	23	44.3	35.5	7	1.16	0.23	0.6	S/D	125	150



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 5** - El Índice de Cría responde a un sistema donde los principales ingresos provienen de la venta de terneros al destete y de vacas (gordas o de invernada).

• Los índices de selección permiten visualizar como dos reproductores pueden generar el mismo retorno económico a partir de diferentes cualidades. Hay toros que tienen valores del índice similares pero una diferente combinación de EPD. En este caso el criador podrá acompañar la selección considerando EPD de individual de la característica que crea de mayor relevancia para su sistema

Tomando como ejemplo los tres toros del cuadro 2, podemos ver que el toro B supera al A, ya sea en el Índice de Cría como el del Ciclo Completo. En el caso del índice cría el B generaría un ingreso superior de 10 unidades respecto al toro A, mientras que su uso en un sistema de ciclo completo implicaría una diferencia de 27 unidades.

Los toros B y C son similares en cuanto al Índice de Ciclo Completo, sin embargo difieren en los EPD de las características individuales. Esto debe verse como una ventaja, ya que alcanzan el mismo beneficio económico por distintas vías. El toro B tiene un mayor crecimiento reflejado en mayores EPD de 18 m, así como AOB, respecto al C pero tiene un EPD de HL superior lo que implica mayor costo de producción en el caso del ciclo completo donde solo se venden las terneras que no van a reemplazo.

### RECOMENDACIONES PARA EL USO DE ÍNDICES

- Cada productor debe tomar en cuenta fundamentalmente el índice que más se asemeje a su sistema productivo: Cría o Ciclo Completo.
- Mediante el uso de los EPD es posible considerar criterios de selección específicos atendiendo a las necesidades y oportunidades de cada rodeo en particular. Una vez establecido un rango aceptable para una característica determinada, es posible seleccionar los animales con mayor índice y maximizar la complementación en el uso de EPD e índice.
- En la práctica, cuando se seleccionan toros para vaquillonas se debe prestar especial atención al peso al nacer y facilidad de parto. Se recomienda crear una “ventana” aceptable de peso al nacer y luego seleccionar los animales con mayor índice dentro de ese rango de peso al nacimiento.

Índice de Cría y el Índice de Ciclo Completo son herramientas genéticas que se agregan a los actuales EPD, contribuyendo a la selección de reproductores para la mejora del beneficio económico de los productores ganaderos del Uruguay.

Obtenga más información sobre los índices en: [www.geneticabovina.com.uy/](http://www.geneticabovina.com.uy/)



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 6** - Cada productor debe tomar en cuenta fundamentalmente el Índice que más se asemeje a su sistema productivo: Cría o Ciclo Completo.



Foto: A. Ganzabal

# BIOTIPOS MATERNALES OVINOS: pilares de una producción eficiente

Ing. Agr. Andrés Ganzabal<sup>1</sup>, DMTV. PhD Georgette Bancho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana

Desde hace algunos años la producción ovina intensiva se ha transformado en una alternativa muy exitosa en predios de escala reducida, lo que ha permitido la mejora de la competitividad y de los resultados económicos y ha significado un estímulo para quienes han querido insertarse en la producción ovina y en el medio rural. Este éxito se sustenta en dos conceptos claves: máxima eficiencia biológica y bajos costos de producción.

## ¿POR QUÉ INTENSIFICAR?

Cuanto menor es el área disponible, tanto más importante es desarrollar herramientas que permitan maximizar las eficiencias biológicas del sistema, sin que la intensificación asociada a esta búsqueda requiera de incrementos en los costos de producción.

Un sistema ovino biológicamente eficiente, capitaliza las potenciales virtudes de la especie ovina para producir corderos únicos o mellizos de entre 35 y 45 kg en

cuatro meses de vida, posibilitando de esta manera la extracción o comercialización de estos en el mes de diciembre. Esto permite disminuir la carga (a la mitad) a la entrada del verano y transitar los meses de mayor calor, de baja calidad forrajera y de alta susceptibilidad sanitaria, sin la presencia de categorías de altos requerimientos y de elevadas susceptibilidades. Manteniendo y recuperando a los vientres adultos, que poseen bajos requerimientos y mayor rusticidad, más resistentes a las condiciones adversas características del ciclo estival.



Foto: A. Ganzabal

**Figura 1** - Habilidad materna y lechera, crianzas efectivas y eficientes.

Esta búsqueda de eficiencia ha generado la necesidad de visualizar la producción ovina de una manera muy diferente a lo que tradicionalmente se ha desarrollado en nuestro país a través de más de siglo y medio de historia y que racionalmente respondía a las exigencias de escenarios comerciales muy diferentes a los actuales, en los que las lanas de finuras medias constituyeron la base de nuestras exportaciones. Altas cargas, altos porcentajes de capones y categorías solteras y baja preocupación por los resultados reproductivos, contrastan ampliamente con las características de lo que debe ser un sistema de elevada eficiencia en la actualidad.

### ¿CÓMO TRABAJAR A BAJOS COSTOS?

Dado que la alimentación constituye uno de los mayores costos en la producción ganadera, las pasturas deben constituir la base de la alimentación y el pastoreo directo la forma de suministro. Por su parte las pasturas sembradas contienen niveles de proteína y energía (digestibilidad) suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales necesarios durante los seis meses de mayores exigencias en ovejas de altísimos niveles productivos, constituyéndose estas estrategias forrajeras en puntales fundamentales que sustentan la eficiencia que estos sistemas requieren para garantizar su competitividad.

Debemos tener en cuenta que la mayor parte de nuestras pasturas sembradas presentan elevadas concentraciones de nutrientes y balances nutricionales adecuados desde el mes de mayo hasta noviembre, bajando drásticamente los niveles de energía y proteína en el verano y presentando desbalances de proteína, energía y fibra digestible durante las primeras semanas del otoño. La oveja de cría presenta dos momentos diferentes en cuanto a sus requerimientos: la necesidad de elevadas concentraciones de proteína y energía en la dieta comienzan en el último período de la gestación y se prolongan durante toda la lactancia y el período de

crecimiento de los corderos, más aún en ovejas que gestan y lactan mellizos. Luego del destete, en cambio, las exigencias nutricionales bajan, cubriéndolas con facilidad aun en los forrajes estivales de menor calidad. Claramente podemos adecuar las ofertas de nuestros verdeos invernales y praderas, conciliando los seis meses de alta calidad forrajera con los seis meses de elevados requerimientos, aun en el entendido de que los materiales genéticos presentan elevadas potencialidades productiva permitiendo, de esta manera, que la alimentación se base en pasturas, alimento apropiado y de bajo costo, comparado con otras opciones exógenas del predio, de mucho mayor costo y por tanto menos convenientes para la ecuación económica.

### ¿POR QUÉ BIOTIPOS MATERNALES?

Tradicionalmente hemos agrupado las razas ovinas de acuerdo con su orientación productiva en tres grupos: laneras, carniceras y doble propósito. Cada una de ellas cumplen o han cumplido a lo largo de nuestra historia con objetivos delineados por los escenarios comerciales internacionales, asociados a sus productos y a sus realidades cronológicas. Sin embargo, en la actualidad, esos escenarios comerciales, que hoy nos marcan elevados precios por la carne de cordero, nos impulsan a la necesidad de trabajar con mayores niveles de eficiencia. A la vez que permiten oportunidades invalorable para la pequeña escala productiva, que ha encontrado en la producción de corderos una vía de desarrollo económico y social de gran importancia.

Maximizar la producción de corderos implica trabajar con elevados índices productivos individuales: precocidad sexual, tasa ovulatoria (prolificidad), habilidad materna, producción de leche, velocidad de crecimiento. Este conjunto de características que son esenciales para maximizar la eficiencia biológica del rebaño debe constituir atributos de los materiales genéticos de elevadas potencialidades. A estos materiales desarrollados en las últimas tres décadas en nuestro país les hemos llamamos Biotipos Maternales, una nueva alternativa para mejorar la eficiencia en la producción de corderos. Desde 1990, INIA ha trabajado en la adaptación y mejora de este tipo de materiales genéticos, capitalizando razas y biotipos capaces de concentrar estos méritos genéticos.

La búsqueda de eficiencia ha generado la necesidad de visualizar la producción ovina de una manera muy diferente a lo que tradicionalmente se ha desarrollado en nuestro país.

Las llamadas Razas Prolíficas, no necesariamente constituyen biotipos maternos. El atributo genético de las ovulaciones múltiples (capacidad mellicera), es una condición necesaria pero no suficiente para considerarla como Biotipo Maternal: rusticidad, estación reproductiva amplia, precocidad sexual, comportamiento maternal y fundamentalmente elevada producción de leche y velocidad de crecimiento, deben ser atributos complementarios a su condición de prolíficas para cumplir con los objetivos de la producción moderna. Son varios los ejemplos a nivel nacional e internacional de razas de alta tasa ovulatoria pero que presentan carencias para la manifestación de las otras condiciones necesarias de producción.

Seguramente muy lejos de existir una sola forma de producir y más allá de que no existan dos sistemas iguales en la crianza ovina, en la búsqueda de la máxima eficiencia confluyen una serie de factores que deben ser tenidos en cuenta.

## ¿QUÉ ATRIBUTOS DEBEMOS BUSCAR DE UN BIOTIPO MATERNAL?

*Precocidad sexual:* la pequeña escala productiva requiere que la totalidad de los animales que están consumiendo forraje en el predio estén capacitados para parir y criar. Esto implica que las corderas deben constituirse en reproductoras en su primer otoño de vida, lo que a su vez implica que un biotipo maternal deba tener como uno de sus principales atributos genéticos una elevada precocidad sexual.

Es fácil comprender que si la capacidad de carga de un esquema forrajero es de, por ejemplo, seis ovejas por ha, esos seis animales deben estar produciendo corderos y no puede ocurrir que uno o dos de ellos sean recrias o categorías jóvenes y mucho menos que arrastremos categorías en crecimiento del año anterior que no llegaron a ser extraídos por bajo peso o bajo nivel de terminación. Una vez más, vale la pena reiterar que la aptitud genética es una condición imprescindible pero la alimentación debe ser puntal para la manifestación de esas potencialidades. La crianza de una cordera de reemplazo debe comenzar en el momento mismo de su nacimiento, debe llegar al mes de diciembre con unos

35 a 40 kg, continuar con un moderado crecimiento hasta el mes de marzo y una vez gestante continuar su desarrollo aprovechando las buenas condiciones forrajeras del invierno y primavera, llegando luego de parida con un año a pesar unos 55 kg.

*Estación reproductiva alta:* como fue señalado a partir de los primeros días de diciembre la tasa de crecimiento de los corderos baja drásticamente, por la incidencia de calor, baja calidad de pasturas y problemas de sanidad asociados a los dos parámetros anteriores. Por tanto, en este momento es muy recomendable extraer los corderos del predio y para que puedan ser comercializados es recomendable que lleguen a este momento del año con al menos 35 kg. Esto requiere una edad de entre 3,5 y 4 meses, por tanto, la fecha de encarnada debe ser de mediados de febrero en adelante, por lo que la estación de cría del Biotipo Maternal debe al menos comenzar en este momento del año.

*Partos múltiples:* la posibilidad de la oveja de gestación múltiple es una condición distintiva de la especie que le permite un mayor nivel de eficiencia global. Esto es debido a que los costos de mantenimiento basales de una oveja de cría se diluyen entre un mayor número de corderos producidos y esto determina menores costos relativos totales de alimentación por cordero producido. Los requerimientos de mantenimiento y leves ganancias de peso de una oveja luego del destete y hasta el inicio de la gestación tardía (período de seis meses), dependen de su peso vivo y son independientes de la carga fetal y de la leche que va a producir con los corderos al pie. Durante la gestación tardía y lactancia los requerimientos de una oveja mellicera se incrementan un 30 % aproximadamente con respecto a una que gesta y lacta un solo cordero y estos constituyen los únicos costos incrementales de alimentación, lo que deja en evidencia las ventajas comparativas generadas por esta condición. Un Biotipo Maternal debe tener la capacidad fisiológica de parir dos corderos de entre 5 y 6 kg cada uno y por tanto la capacidad de producir y disponer para

La aptitud genética es una condición imprescindible, pero la alimentación debe ser el puntal para la manifestación de esas potencialidades.



Foto: A. Ganzabal

**Figura 2** - Precocidad sexual, condición esencial en sistemas de pequeña escala.

A lo largo de los últimos treinta años INIA ha introducido, adaptado y seleccionado la raza Frisona Milchschaaf, constituyendo una de las propuestas nacionales de Biotipo Maternal.

sus hijos durante las primeras 24 horas de parida de entre 1,5 y 2 litros de calostro para garantizar la inmunidad de sus hijos.

**Comportamiento maternal:** asociado al nacimiento de mellizos es fundamental una conducta relacionada a un rápido establecimiento de un fuerte vínculo emocional de la madre con sus corderos. Este vínculo rápido y efectivo debe manifestarse en la búsqueda, alimentación y defensa de ambos corderos desde el momento mismo de su alumbramiento y es una condición muy distintiva de un Biotipo Maternal con respecto a otros materiales genéticos. Conducta mansa y tolerante a la presencia de agentes externos, atentas a los desplazamientos de sus corderos en todo momento durante las primeras horas de vida y hasta que estos desarrollen la capacidad de identificar a su madre en la majada, son condiciones esenciales para evitar el abandono de uno o ambos de ellos y por tanto su sobrevivencia.

**Capacidad lechera:** también asociado al nacimiento de mellizos y ante la necesidad de llegar a pesos elevados al inicio de verano la producción de leche se vuelve una de las necesidades más distintivos de un Biotipo Maternal. Un cordero necesita 5 litros de leche de su madre para ganar 1 kg de peso vivo y durante el primer mes de vida constituye su única fuente de alimentación. El crecimiento de un cordero para cumplir con los objetivos de un sistema eficiente debe ser superior a los 300 g/día y esto requiere, en el caso de mellizos, de una producción de 3 litros de leche.

**Peso vivo moderado:** en sistemas pastoriles el peso de las ovejas no puede ser demasiado elevado, para permitir una carga basal relativamente alta. Un Biotipo Maternal seleccionado para trabajar eficientemente en sistemas pastoriles no debería superar los 60 kg de peso, estableciendo de esta manera un balance adecuado entre su elevada productividad y sus necesidades de mantenimiento a lo largo de todo el año, proponiendo de esta manera una carga de entre seis y siete ovejas por ha. En la especie ovina doméstica existe una correspondencia directa entre el peso vivo y la tasa ovulatoria, lo que lleva a que en cualquier biotipo, los partos múltiples pueden ser obtenidos elevando el peso de las ovejas, pero generando mayores costos de mantenimiento y por tanto la necesidad de trabajar con menores cargas.

Un Biotipo Maternal debe distinguirse por poseer mayor tasa ovulatoria a menores pesos que otras razas ovinas.

### OTRAS CONSIDERACIONES

Fieles a nuestra cultura y si bien la lana hoy no representa un componente importante de los ingresos de un sistema de pequeña escala, es deseable que la lana sea blanca. En general la conformación y el grado de terminación es señalado en algunas oportunidades como un defecto de los corderos pertenecientes a estos biotipos cuando se manejan puros. Sin embargo, y más allá de la relatividad de este concepto y que eventualmente pueda ser corregido en base a alimentación, los cruzamientos terminales con razas de las llamadas carniceras constituyen una herramienta que sin dudas levanta esta restricción en el caso que se considere necesario.

### INIA EN ESTE PROCESO

A lo largo de los últimos treinta años INIA ha introducido, adaptado y seleccionado a la raza Frisona Milchschaaf, aprovechando sus naturales y ancestrales condiciones de lechera y precocidad y desarrollado las otras aptitudes para constituirse en una de las propuestas nacionales de Biotipo Maternal. En estos años ha contribuido al desarrollo de la producción ovina en pequeña escala, de la mano de los Fondos Rotatorios de CNFR, de los Planes Ovinos del Movimiento de la Juventud Agraria (MJA) y de todas las asociaciones de pequeños criadores (ANPCO, EOG) que han encontrado en la producción ovina una muy atractiva oportunidad de desarrollo, demostrado a través de los resultados económicos y sociales que un numeroso contingente de productores ha logrado a partir de su adopción.



Foto: A. Ganzabal

**Figura 3** - Cruzamientos terminales, mejoran la conformación y terminación de los corderos.

# PAUTAS PARA IDENTIFICAR EL CAPÍN ANNONI

Ing. Agr. Amparo Quiñones  
Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes

El Capín Annoni (*Eragrostis plana* Nees) es un pasto perenne de verano. Es un pasto invasor, y puede perjudicar el desempeño del ganado y disminuir la biodiversidad del campo natural. Su correcta identificación es el punto de partida de cualquier plan de manejo.

1

## Aspecto general de la planta

- forma matas muy densas
- altura: entre 40 a 60 cm hasta 1 m

2

## Lámina de la hoja

- de 20 a 50 cm de largo y 1 a 3 mm de ancho
- nervio medio blanquecino



3

## Macollas

- muy chatas, color verde limón y blanco en la base
- la inserción de la lámina y la vaina es marcada



4

## Raíces

- abundantes, gruesas y fibrosas, blanquecinas







5

**Inflorescencias**

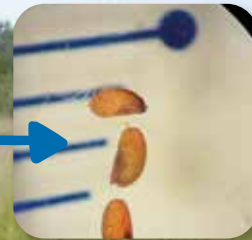
- panícula erecta y abierta (inflorescencia compuesta de racimos que van decreciendo de tamaño)
- de 10 a 40 cm de largo
- tiene forma piramidal
- las flores son blancas y violetas






6

**Semillas**

- castañas, de 1 mm de largo



Algunos pastos nativos son muy parecidos a Capín Annoni. La inflorescencia te ayudará a identificarlo en primavera y verano.

En caso contrario, prueba girar la macolla entre tus dedos, verás que es difícil.

Si no te convenciste, intenta arrancarla, seguramente te cueste trabajo.

Ilustraciones: Cristian Moreira "miloco"

¿Encontraste Capín Annoni?  
Deberías mirar los siguientes materiales, para saber cómo proceder.



<https://www.youtube.com/watch?v=JMfa3Wvf7PM&t=24s>



<http://www.fagro.edu.uy/index.php/extension-fagro/capim-annoni-un-problema-por-conocer>



Foto: INIA

# NUEVA HERRAMIENTA ONLINE PARA LA FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN PASTURAS

Ing. Agr. MSc PhD Andrés Quincke  
Ing. Agr. Mag Robin Cuadro

Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes

Como orientación para el manejo racional de la fertilización fosfatada y contemplando la variabilidad de suelos que caracteriza a nuestro país, INIA ha desarrollado una herramienta de consulta de acceso gratuito a través de internet. La herramienta permite contemplar particularidades agronómicas relevantes y está basada en el conocimiento vigente, producto de la investigación y experimentación científica.

## ¿POR QUÉ INIA ESTÁ TRABAJANDO EN ESTE TEMA?

La implantación y producción exitosa de pasturas requiere de atender cuidadosamente un conjunto de aspectos de manejo. Uno de estos aspectos es asegurar una adecuada disponibilidad de nutrientes en el suelo.

La importancia crítica del manejo de la fertilización fosfatada está dada por la baja disponibilidad de este nutriente en nuestros suelos. Desde la primera guía de fertilización de pasturas del año 1976, los técnicos ase-

sores y productores reconocen la importancia del análisis de suelos para un uso más eficiente del fertilizante. Sin embargo, para utilizar correctamente el análisis de suelos es necesario contemplar la variabilidad de suelos que caracteriza a nuestro país.

En los últimos años también ha aumentado la preocupación por el medio ambiente, especialmente por la comprobada relación entre el enriquecimiento en fósforo en las aguas superficiales y la consecuente pérdida de calidad de las mismas. Por esta razón hay una necesidad imperiosa de evitar dosis que excedan las necesidades del cultivo.

Acceda a la herramienta



<https://pasturas.inia.org.uy/fertilidad/gui/>



Figura 1 - Ubicación de los sitios experimentales de la Red de Fertilización Fosfatada de Pasturas.

### ¿EN QUÉ CONSISTE LA HERRAMIENTA?

Es una herramienta de consulta, cuyos principales atributos son:

**Accesibilidad:** el acceso y el uso del sistema es fácil, amigable y gratuito a través de internet.

**Especificidad:** las respuestas del sistema permiten contemplar particularidades agronómicas relevantes (principalmente el tipo de suelo, la fertilidad actual, tipo de pastura).

**Robustez:** el sistema está basado en el conocimiento vigente, producto de la investigación y experimentación científica.

**Actualización:** la base de información es actualizable y mejorable, conforme se producen nuevos resultados relevantes y pertinentes.

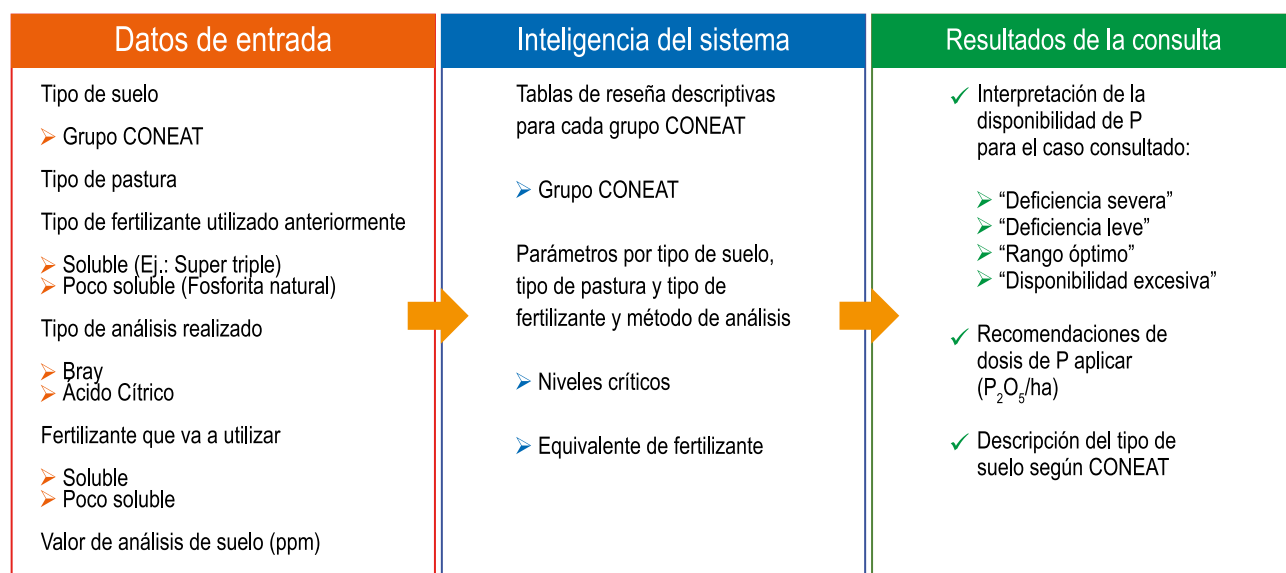
### BASE EXPERIMENTAL

La herramienta tiene como base un trabajo experimental coordinado entre tres regionales de INIA (Treinta y Tres, Tacuarembó y La Estanzuela). Entre los años 2008 y 2012 se llevó a cabo una red de 28 experimentos de fertilización fosfatada de pasturas, ubicados en 14 sitios experimentales sobre diversos suelos de las principales zonas pecuarias del país (Figura 1) y que fueron instalados y manejados con un protocolo común de evaluaciones.

### ¿CÓMO FUNCIONA LA HERRAMIENTA?

En el Cuadro 1 se puede ver el funcionamiento general del sistema.

Cuadro 1 - Diagrama del funcionamiento general del sistema de soporte para la recomendación de fertilización fosfatada en pasturas



**Información de entrada:** el usuario debe ingresar información del grupo CONEAT, nivel actual de fósforo en el suelo (especificando el método de análisis) y la pastura a fertilizar. También se debe indicar el tipo de fertilizante fosfatado empleado en la historia reciente (fuentes solubles o roca fosfórica), pues esto condiciona la interpretación de los análisis de suelos.

**Información de salida:** en primer lugar, la herramienta nos brinda una interpretación general de la disponibilidad de fósforo para la pastura en cuestión “deficiencia severa”, “deficiencia moderada”, “rango óptimo” o “disponibilidad excesiva”. En segundo lugar, si corresponde, el sistema brinda una sugerencia de dosis ( $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ).

**Inteligencia del sistema:** se refiere al conjunto de ecuaciones desarrolladas a partir de la información experimental y que permiten estimar los dos parámetros centrales: el nivel crítico y el equivalente fertilizante. De esta manera se logró abarcar un área de inferencia considerablemente mayor y dar respuesta a un mayor número de suelos.

En el cuadro 2 se resume la variabilidad en los valores de equivalente fertilizante y de niveles óptimos que maneja el sistema. En definitiva, la herramienta ayuda al usuario a utilizar los valores que mejor se ajustan a su situación particular (dada por el suelo, historia de fertilización, análisis realizado, tipo de pastura, fertilizante a usar). Una ventaja adicional de este tipo de sistema es que la base de datos (y de ecuaciones) puede ser fácilmente incrementada y actualizada para mejorar la información y/o aumentar el área de aplicación que abarca la herramienta

## ¿QUÉ SE QUIERE LOGRAR? MÁS ÁREA CON UN MEJOR MANEJO DEL FÓSFORO

El fin de esta herramienta es hacer fácilmente accesible el manejo del P en base a análisis de suelos.



Foto: INIA

**Figura 2** - Recorrida de ensayos durante jornada de divulgación.

La herramienta permite que el usuario utilice los valores que mejor se ajustan a su situación particular, dada por el suelo, historia de fertilización, análisis realizado, tipo de pastura y fertilizante a usar.

**Cuadro 2** - Rangos de valores (mínimos y máximos) para el equivalente de fertilizante y de niveles óptimos de P para trébol blanco y lotus corniculatus

Especie			Equivalente fertilizante		Nivel óptimo P	
	Fuente	Método análisis	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Trébol blanco	Super triple	Bray	10	23	10	15
		Cítrico	8	30	10	25
	Fosforita Natural	Cítrico	7	24	12	25
Lotus corniculatus	Super triple	Bray	10	23	8	18
		Cítrico	8	30	8	18
	Fosforita Natural	Cítrico	7	24	14	22

Una ventaja de este sistema es que la base de datos (y de ecuaciones) puede ser fácilmente incrementada y actualizada para mejorar la información y/o aumentar el área de aplicación que abarca la herramienta.

Servirá para mejorar la relación costo-beneficio asociada a los sistemas agropecuarios, al contribuir a ajustar la dosis de fertilizante considerando las particularidades de la pastura y el suelo.

Servirá también para prevenir o mitigar los problemas de calidad de aguas, minimizando el exceso de fósforo en el suelo.

#### AGRADECIMIENTOS

A propietarios de campos en los que se instalaron los sitios experimentales: Sociedad de Fomento de Flores (Trinidad), Asociación de Productores de Leche de Florida, Sociedad Rural de Río Negro (Young), Escuela Agraria La Carolina, Luna Marina S.A. (Palmitas), Arnoldo Rochón (Ombúes de Lavalle), Héctor Rubio (Pan de Azúcar), Ernesto Stirling (Rincón de Ramírez), Gustavo Silvera (Isla Patrulla), Luis Tuneu (Tambores), J. Martín Berrutti (Tres Puentes), Daniel Furtado (Sauce Cañote).



Foto: INIA

**Figura 4** - Vista de las parcelas experimentales de fertilización.

A la empresa ISUSA por el apoyo en la co-financiación del proyecto.

#### Como complemento se sugieren los siguientes materiales

Quincke, A; Cuadro, R. 2019. Fertilización de pasturas de leguminosas: resultados para el manejo del fósforo y el azufre. INIA Uruguay. Serie técnica 248.

Morón, A. 2007. Avances hacia a una nueva guía de fertilización de pasturas. En: Seminario Internacional de Nutrición Vegetal (Paysandú, Uruguay, 2007). Criterios para la Fertilización de cultivos y pasturas. Paysandú: UdelaR. EEMAC, Facultad de Agronomía.

#### CAPACITACIÓN A TÉCNICOS

En el marco de una reciente jornada de actualización técnica en pasturas y fertilización fosfatada, el Ing. Agr. Robin Cuadro realizó la demostración de la herramienta.

La actividad se realizó en la Unidad Experimental de Glencoe el 8 de octubre y estuvo dirigida a extensionistas y técnicos del sector. Aproximadamente 50 técnicos participaron de dicha jornada y realizaron una evaluación positiva de la misma.

La actividad integra el conjunto de acciones que INIA lleva adelante para aumentar la vinculación con los sistemas de extensión públicos y privados.



Foto: INIA

**Figura 4** - Charla de campo durante la jornada de capacitación.



Foto: M. Rachetti

# CINCO AÑOS DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA: el caso de la Sociedad de Fomento Rural Ruta 109

Ing. Agr. Gerónimo Cardozo<sup>1</sup>, Ing. Agr. Amparo Quiñones<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Marcello Rachetti<sup>2</sup>, Ing. Agr. Roberto Pazos<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Santiago Medina<sup>3</sup>, Ing. Agr. Dra Mercedes Rivas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes - INIA

<sup>2</sup>Sociedad de Fomento Rural Ruta 109

<sup>3</sup>Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) -  
Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio  
Ambiente (MVOTMA)

<sup>4</sup>Centro Universitario Regional del Este (CURE) -  
Universidad de la República (UdelaR)

Mediante un enfoque participativo entre productores y técnicos, INIA colabora con la Sociedad de Fomento Rural Ruta 109 junto a otras instituciones en estrategias de manejo y recuperación del campo natural. La experiencia se ha convertido en referente, tanto por sus logros tecnológicos como de trabajo colaborativo en el marco de la producción ganadera familiar.

Los productores nucleados en la Sociedad de Fomento Rural Ruta 109 tienen como uno de sus objetivos principales mejorar los sistemas ganaderos familiares basados en campo natural. Se parte de la premisa de que el manejo del campo natural es el factor de mayor impacto en los predios ganaderos familiares. En 2015, a partir de la convocatoria realizada por el proyecto “Más Tecnologías para la Producción Familiar” (DGDR/MGAP - INIA - BID), la SFR Ruta 109 en conjunto con el INIA, CURE sede Rocha y el SNAP presentaron el proyecto “Generando alternativas sustentables para la ganadería familiar de las Sierras del Este: una expe-

riencia participativa”, que fue aprobado para el período 2015 - 2017. Los temas priorizados entre productores y técnicos para este proyecto fueron el control de malezas, la recuperación de áreas degradadas y el aumento de la producción de pasturas, sea mediante el agregado de nutrientes o incorporando especies nativas como *Bromus auleticus*, para lo cual se acordó realizar experiencias de multiplicación de semillas. Es a partir de la aprobación y puesta en funcionamiento del proyecto antes mencionado que se iniciaron los procesos de investigación participativa, los que continuaron con un nuevo proyecto “Más Tecnologías” durante el período

2017 - 2019. Actualmente se continúa con esta línea de trabajo a partir de la aprobación en 2019 de dos nuevos proyectos financiados por ECCOSUR y la Dirección General de Desarrollo Rural del MGAP.

### ENFOQUE PARTICIPATIVO COMO NORTE DE TRABAJO

A través de un enfoque participativo entre productores y técnicos, se identificaron y acordaron los problemas a abordar, así como las acciones a llevar a cabo en todas las fases del proceso, promoviendo el intercambio y el aprendizaje mutuo. Se dispuso de los esfuerzos y recursos de los productores asociados en la SFR Ruta 109, así como también de apoyos financieros gubernamentales del Proyecto Más Tecnologías, e institucionales (INIA, SNAP/DINAMA/MVOTMA, CURE-UdelaR).

Las reuniones periódicas, seguimientos de campo, jornadas abiertas y actividades puntuales, como la cosecha colectiva manual de *Bromus auleticus*, fueron los espacios generados para intercambiar y definir paso a paso las acciones futuras entre todos los involucrados. La investigación participativa fue, desde el inicio, la opción que se entendió como la más adecuada, tanto para definir los problemas como las posibles alternativas tecnológicas a investigar. Estos dos aspectos son centrales a la hora de explicar la adopción de nuevas tecnologías. La metodología de investigación participativa necesita de la predisposición, voluntad e interés de los productores, técnicos e investigadores. Los productores deben tener además condiciones para llevar adelante las tareas de control y seguimiento de las parcelas instaladas en sus propios predios y participar en las instancias de presentación y discusión de los resultados. En la investigación participativa, a diferencia de la investigación tradicional, todos los actores son parte y testigos de las decisiones que se toman y de sus consecuencias.

Globalmente, en las actividades de la primera etapa del proyecto, participaron en forma directa 86 personas: 55 productores y 31 técnicos, pertenecientes a cinco organizaciones de productores de tres departamentos, empresas privadas, instituciones nacionales y extranjeras (INTA). En la segunda etapa participaron 117 personas, 71 de las cuales eran productores mayoritariamente familiares (60.8%). La participación según género fue mayor entre los hombres (72, el 61,5%) respecto de las mujeres (45, el 38,5%).

### BROMUS AULETICUS: UN CASO POSIBLE

La mayoría de los sistemas ganaderos familiares de las Sierras del Este están compuestos por criadores sobre campo natural cuya producción de forraje está sujeta a la estacionalidad propia de este recurso, con escasa producción desde fines de otoño a principio de primavera. Estos sistemas cuentan de manera variable con áreas mejoradas que intentan complementar la producción del campo natural en los meses de invierno, no siempre con éxito. Muchas de las opciones implican una agricultura forrajera

Los proyectos de investigación participativa son una herramienta adecuada para consolidar resultados ya existentes en terreno y generar nueva información e interrogantes, en estrecha relación con los productores como potenciales usuarios de las tecnologías a desarrollar.

que conlleva altos costos, problemas operativos y degradación ambiental. Por otro lado, las siembras en cobertura de leguminosas manejadas para producir en invierno y principios de primavera han generado situaciones de degradación sobre algunos tapices naturales con la entrada de especies exóticas.

*Bromus auleticus* es una especie nativa de los Pastizales del Río de la Plata, considerada una de las gramíneas invernales (C3) más productivas y de mayor potencial de utilización a nivel comercial. Numerosos trabajos de investigación y selección han permitido contar con variedades domesticadas, con una caracterización detallada de la diversidad a nivel nacional, así como con los principales requerimientos para su manejo. A pesar de esto, la producción comercial de semilla de los cultivares disponibles es inexistente.

Para que *Bromus auleticus* pueda cumplir un rol importante en reducir el déficit forrajero invernal integrándose a la comunidad vegetal (con o sin el agregado de fertilizante), sea en siembras en cobertura para incrementar la producción invernal o en pasturas perennes de larga duración que eviten la renovación frecuente, es imprescindible contar con semilla suficiente y experiencia en la utilización de la especie por parte de los productores. En el marco de este proyecto, se desarrolló un esquema de multiplicación de semillas y de validación de sus posibles usos en sistemas ganaderos, para superar así la falta de semilla comercial y las escasas experiencias de uso a nivel predial (Figura 3).



Foto: M. Rachetti

**Figura 1** - Se logró una importante participación e involucramiento de productores y técnicos, tanto en las tareas en las parcelas como en las jornadas de campo realizadas.



Foto: G. Cardozo

**Figura 2** - Parcela de multiplicación de *Bromus auleticus* en predio ganadero familiar.

Se sembraron desde 2015 hasta la fecha un total de ocho parcelas, tres de ellas con destino a multiplicación, y las cinco restantes a validaciones de campo en diversas situaciones. Todas las áreas de multiplicación se realizaron sobre chacras viejas, con el objetivo de no sustituir campo natural, buscando que posteriormente a la vida útil del semillero, quede una pastura de calidad disponible para el productor. La cosecha se hizo efectiva a partir del año 2016 en el primer semillero instalado, con un rendimiento de 50 kg ha<sup>-1</sup> de semilla limpia y de calidad en la primera cosecha y de 120 kg ha<sup>-1</sup> en la segunda cosecha.

Estos volúmenes obtenidos permitieron sembrar un segundo y tercer semillero, y comenzar los trabajos de va-

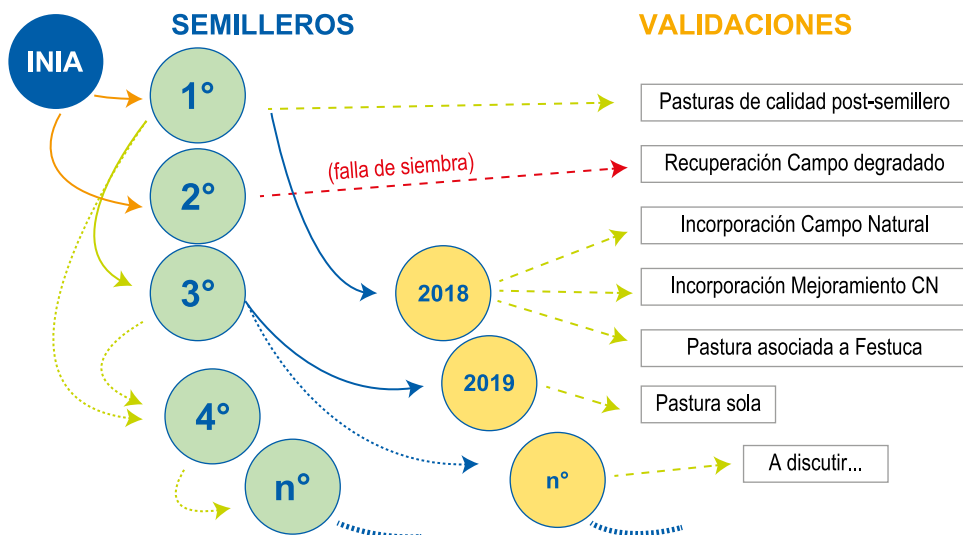
*Bromus auleticus*, es una especie adecuada para potenciar la producción del campo natural en los meses de invierno y para integrar áreas de alta producción siempre que se supere las limitantes de la falta de semilla.

lidación mediante la introducción de *Bromus auleticus* a campo. Las validaciones fueron sembradas en el 2018 sobre i) campo natural sin agregado de fertilizante, ii) siembras en cobertura de lotus y iii) siembra conjunta con Festuca arundinacea.

El objetivo de la instalación de estas parcelas es evaluar algunos de los posibles nichos de utilización de esta especie en los sistemas ganaderos de la región. Los resultados obtenidos a 15 meses de la siembra indican que se logró una buena implantación de Bromus; caso i) 96,4 plantas/m<sup>2</sup>; caso ii) 10,8 plantas/m<sup>2</sup>; caso iii) 16,4 plantas/m<sup>2</sup>.

**NECESARIA CONVIVENCIA: MEDIR Y CONTROLAR MALEZAS DE CAMPO NATURAL**

El “doble estrato” es una característica intrínseca de la mayoría de nuestros campos naturales, es parte de su heterogeneidad. Sin embargo, en ciertas situaciones, las plantas que componen el estrato superior (subarbustos, arbustos, pajas) pueden dificultar el manejo de los animales y afectar el consumo de forraje. El aumento del estrato superior en ocasiones es consecuencia de la estrategia general de trabajar los campos naturales con más pasto disponible a lo largo del año. Lógicamente muchos productores se plantean la incógnita de si este enmalezamiento puede llegar a ser un problema y cómo controlarlo.



**Figura 3** - Esquema de multiplicación y validación de *Bromus auleticus* con un enfoque de investigación participativa.



Al mismo tiempo, la consideración de una especie como problema está dada por presentar elevados niveles de frecuencia y/o abundancia en el potrero, superando alguno de los umbrales tolerables. En este sentido, la correcta cuantificación del área afectada por la “maleza” a controlar es el primer paso. A través de diferentes instancias de talleres y jornadas de campo, se discutió entre técnicos y productores los métodos posibles a usar para medir la presencia de malezas a campo y no dejarse llevar por el impacto visual que generan los componentes verticales en la pastura natural.

En el marco de este proyecto, se acordaron acciones para evaluar diferentes herramientas de control de malezas en situaciones problema, o sea cuando la especie considerada maleza tenía efectivamente una alta presencia en la comunidad. Las especies foco fueron cardilla (*Eryngium horridum*), cardo dulce en mejoramientos de campo natural (*Eryngium eburneum*) y paja mansa (*Paspalum quadrifarium*). Se buscó explorar nuevas herramientas a las que usan habitualmente los productores y que tienen una evaluación positiva, tanto por su impacto en el corto y mediano plazo, como desde el punto de vista ambiental y económico. La propuesta fue comparar estrategias de remoción de las plantas por cortes periódicos con rotativa, que es la técnica mayormente utilizada por los productores y que en muchos casos tiene un costo relevante, con otras estrategias que combinan aplicación de herbicidas dirigidos por medio de máquinas posicionales, conocidas popularmente como “máquinas de alfombra”. Éstas tienen por objetivo controlar las especies del estrato superior, sin afectar el inferior, donde se concentran la mayoría de las especies forrajeras. Para ello, se requiere de una diferencia de altura entre ambos estratos.



Foto: R. Pazos

**Figura 4** - Parcela para evaluación de resultados del control químico de cardo dulce (*Eryngium eburneum*) en mejoramiento de campo natural, mediante uso de “máquina de alfombra”.

Durante el transcurso del proyecto se abordaron aspectos vinculados a la calidad de la aplicación, especialmente mantenimiento de la máquina, calibración de dosis, número de pasadas. Sin lugar a dudas, es preciso profundizar en la capacitación en los aspectos operativos para lograr una mayor efectividad de los controles a nivel de potrero.

Para el caso particular de la paja mansa en situaciones de altísima presencia, se exploró la posibilidad de control con altas cargas ganaderas sin que afectase el desempeño animal. Durante el invierno, que es el momento del año donde es tolerable cierta pérdida de condición corporal en las vacas dentro de los límites identificados por la investigación nacional, y utilizando suplementación con bloques energéticos/proteicos que favorecen el consumo de fibra de baja digestibilidad, se logró reducir de área ocupada por las pajas. El control por parte de los animales permitió bajar desde 60 a menos de 30% la cobertura de paja sin afectar el desempeño reproductivo de los animales.

Además de las actividades en torno al control de malezas y la multiplicación de Bromus, se ha trabajado en la recuperación de áreas degradadas por gramilla en base a manejo del pastoreo y se ha explorado la posibilidad de aumentar la producción del propio campo natural con fertilización nitrogenada estratégica en primavera-verano, con resultados promisorios.



**Acceso a la publicación:**

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7173/1/Tecnologias-SFRRuta109.pdf>

**Video próximamente disponible en el siguiente espacio de la web de INIA:**

<http://www.inia.uy/Paginas/Alternativas-para-promover-un-manejo-sustentable-del-campo-natural-en-sistemas-ganaderos-familiares-de-las-Sierras-del-Este.aspx>

El uso de medidas de control requiere una buena caracterización de la presencia de la especie que se comporta como maleza y de esta forma dimensionar correctamente el problema.

### ALGUNAS CONCLUSIONES Y REFLEXIONES PARA AVANZAR

Los resultados generados en el marco de estos cinco años de proyectos permitieron desarrollar y validar herramientas y prácticas tecnológicas. Estos resultados se han plasmado en cinco jornadas de campo abiertas a todos los productores y público interesado, así como también se han sintetizado los resultados de la primera etapa en una breve publicación titulada "Generando Alternativas Sustentables para la Ganadería Familiar de las Sierras del Este: UNA EXPERIENCIA PARTICIPATIVA" y en un audiovisual que recoge sobre todo las opiniones de los actores.

La experiencia generada en torno a la multiplicación de semillas de *Bromus auleticus* y su utilización en distintas situaciones productivas es una interesante novedad para el país, que permite repensar los mecanismos por los que se ha intentado introducir esta especie en el

sector productivo. El apoyo financiero de proyectos derivados de políticas públicas focalizadas, la investigación nacional en recursos genéticos nativos y el trabajo consciente de los productores organizados para desarrollar un plan que haga visible y utilizable un recurso genético de gran potencial, sientan un precedente valioso a ser considerado para otras especies nativas y otras regiones del país.

Más allá de cada una de las experiencias de investigación/validación desarrolladas en este proceso de manera conjunta entre técnicos y productores, es central la posibilidad de discutir desde el inicio el problema de interés, la forma de abordarlo, los manejos concretos a testear y el análisis e interpretación conjunta de los datos. Sin duda queda mucho por mejorar desde el punto de vista metodológico tanto en lo que hace a los procesos participativos, como especialmente en lo que refiere a la validación científica por pares de los resultados de investigación. Los resultados experimentales obtenidos no se ajustan a las reglas tradicionales de la investigación agronómica.

A casi cinco años de iniciado este proceso que aún continúa, se ha producido un valioso aprendizaje por parte de todos los actores. La apuesta a esta forma de trabajo y el esfuerzo por sostenerlo en el tiempo permiten avanzar en una experiencia colectiva que favorece cambios en procesos que son intrínsecamente lentos y que requieren un esfuerzo de parte de los productores para apostar a cambios tecnológicos en la ganadería tradicional sobre campo natural. La apuesta es a cambios que sean sostenibles ambiental, social y económicamente.



Foto: M. Rachetti

Figura 5 - Cosecha participativa de *Bromus auleticus* en parcela de multiplicación.



Foto: C. Otaño

# AGRICULTURA DE PRECISIÓN: ¿Qué es y cuánto se usa en Uruguay?

Ing. Agr. PhD Andres Berger<sup>1</sup>, Ing. Agr. MSc Ernesto Restaino<sup>2</sup>, Ing. Agr. Carlos Otaño<sup>3</sup>, Ing. Agr. PhD Jorge Sawchik<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Técnico Sectorial - INIA La Estanzuela

La agricultura de precisión involucra un conjunto de estrategias de manejo orientadas hacia un uso más eficiente de los recursos y por tanto contribuye a una intensificación sostenible. Como forma de aportar al conocimiento y perspectivas de esta temática, INIA realizó una encuesta donde releva y analiza el estado de situación y potencialidades de esta estrategia de manejo en los sistemas agrícolas del Uruguay.

El sector agrícola ha sufrido cambios tecnológicos constantes a través del tiempo, adaptando su productividad a las condiciones de desarrollo económico del país y en general mejorando de manera notable la productividad de los factores involucrados en el proceso productivo. Esta tendencia no es solo local sino global y está asociada a una mayor demanda de alimentos, a la escasez de mano de obra y a la inclusión de nuevas tecnologías, entre otros (Fischer, 2014; Fischer, 2018). En este proceso de intensificación sostenible contamos

con lo que se denomina agricultura de precisión. La agricultura de precisión es un conjunto de estrategias de manejo (ver recuadro) que, según el caso, el cultivo y el sistema productivo, se aplicarán de distinta forma. Algunos ejemplos de estrategias en agricultura de precisión que se usan hoy en Uruguay son:

- El manejo por ambientes, que consiste en identificar zonas de manejo uniformes dentro de la chacra, que no necesariamente respetan los límites de los alambrados

sino mas bien respetan la variabilidad de factores denominados “permanentes”: suelo y su interacción con la topografía que determinan diferencias de potencial de rendimiento de los cultivos (drenaje, fertilidad, capacidad de almacenaje de agua, etc.).

- El uso de banderilleros satelitales, sistemas de guía, pilotos automáticos y cortes por sección, que mejoran el confort del operario y la productividad, ahorran producto y facilitan el trabajo.
- La implementación de fertilización variable, que permite aplicar dosis de macronutrientes (N, P y K) diferentes, en función tanto de características de los suelos, necesidades de reposición y potencial productivo de los cultivos en diferentes zonas de una chacra. Estas permiten hacer un uso eficiente de los fertilizantes mejorando el retorno económico, se puede reducir las dosis con el objetivo de disminuir los excesos de aplicación en partes de la chacra y aumentar las dosis en lugares con deficiencias y/o alto potencial productivo en otras.
- La aplicación de herbicidas en forma selectiva, con sensores que encienden el pico de aplicación solo si hay una maleza presente, y que por lo tanto reducen la cantidad utilizada de herbicidas en forma importante, son tecnologías de agricultura de precisión.
- El registro de información, ya sea a través de monitores de rendimiento, sensores montados en la maquinaria o a través de sistemas externos de recolección de información vía satélites, drones o estaciones de colecta de datos, son también ejemplos de agricultura de precisión.

La agricultura de precisión es una estrategia de manejo que reúne procesos y analiza datos individuales, temporales y espaciales, que combinados con otra información del sitio apoya la toma de decisiones de manejo de acuerdo a la variabilidad estimada, buscando mejorar la eficiencia de uso de los recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y últimamente la sostenibilidad de la producción agrícola.

*International Society of Precision Agriculture, 2018*



Foto: A. Berger

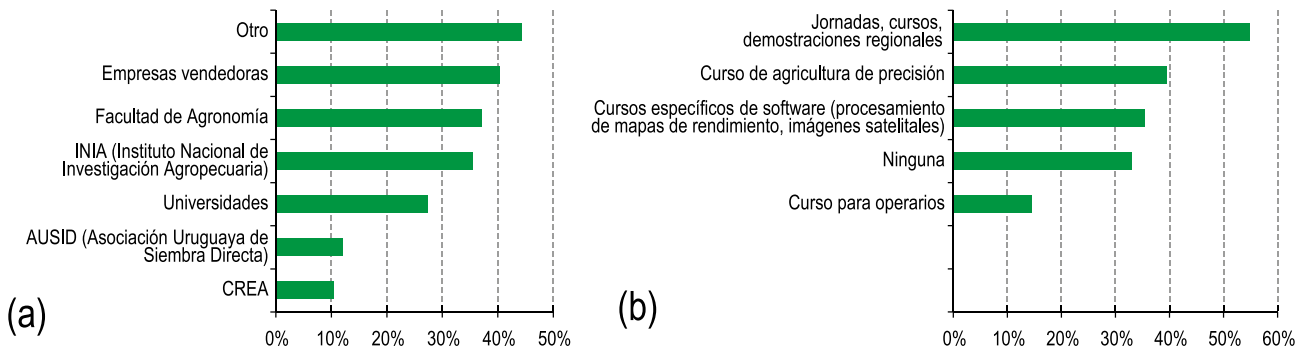
**Figura 1** - Fertilización variable de cultivos, considerando las necesidades del cultivo y la reposición de nutrientes extraídos en zafas anteriores para mantener una óptima nutrición mineral.

Todas estas estrategias incluyen por un lado un componente asociado a la tecnología de la maquinaria o equipamiento y por otro lado un componente asociado al conocimiento, a la estrategia de manejo en sí misma. La importancia de estos dos componentes depende del caso, hay ejemplos de tecnologías que requieren relativamente poco conocimiento, son de gran adopción y muy fácil uso, como los banderilleros satelitales, mientras que otras estrategias requieren un mayor grado de especialización como es el caso del manejo por ambientes o la integración de información de varios orígenes.

El objetivo de este trabajo fue relevar el estado de situación sobre el uso de tecnologías de agricultura de precisión en Uruguay. El trabajo se hizo en simultáneo con la encuesta que INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina) realiza en el tema desde hace años, y por lo tanto incluyó un formulario similar al utilizado por dicho Instituto. La encuesta fue de respuesta voluntaria y se difundió masivamente a través de los medios de INIA (red de correos electrónicos, revista INIA, sitio web). Estuvo activa mediante el portal SurveyMonkey entre el 10 de julio y el 10 de agosto de 2018.

Quienes respondieron la encuesta (124 personas) fueron mayormente asesores técnicos (62%) y productores propietarios (26%) y en menor proporción, productores arrendatarios, contratistas u operarios (6, 1 y 5% respectivamente). Estos indicaron además tener un alto grado de adopción tecnológica (ej. uso de computadora, email), coincidiendo con el tipo de público más cercano a INIA. La mayor parte además (87%), indicó tener estudios terciarios o universitarios.

Para los estratos de superficie producida, asesorada o trabajada, el número de respuestas fue similar (23% <250 ha, 23% 250-1000 ha, 26% 1000-5000 ha y 28% >5000 ha) lo cual indica un sesgo en términos de área



**Figura 2** - Respuestas a las preguntas, (a) “¿A través de quien conoció la agricultura de precisión?” y (b) “¿Asistió a capacitaciones específicas?” (n=124).

sobre la cual se recibieron respuestas a los productores/asesores de mayor tamaño en relación al número de productores existentes en cada categoría. El estrato de mayor área multiplicado por el número de respuestas indica una cobertura mínima de 175.000 ha para este estrato comparado con el área total cubierta por la encuesta cercana a 300.000 ha (aproximadamente un 25% del área agrícola nacional).

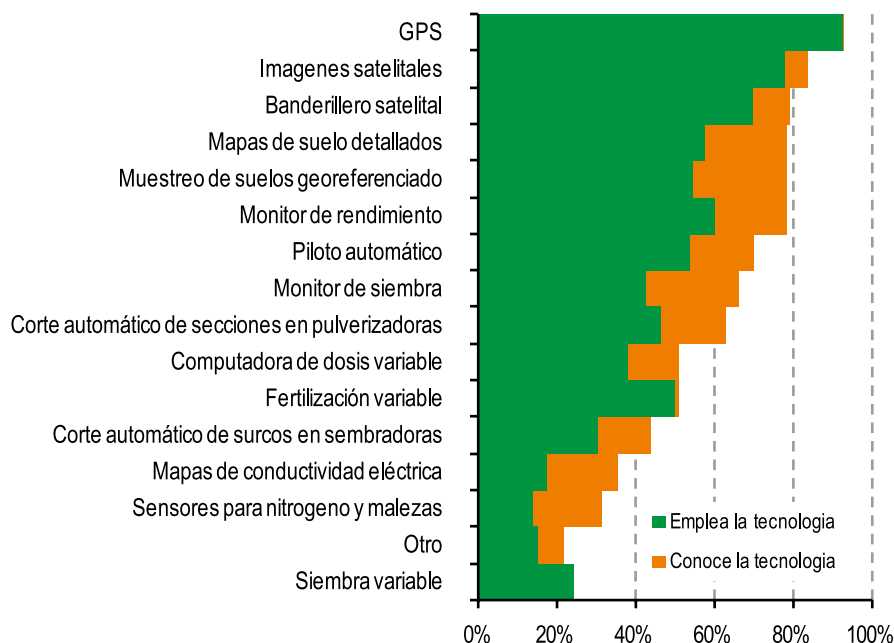
### CAPACITACIÓN Y CONOCIMIENTO DE TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Ante la pregunta de a través de quien conoció la agricultura de precisión, la mayor parte está orientada a empresas proveedoras, “otros” y las instituciones de generación de tecnología nacionales (INIA y Facultad de Agronomía). Concordando con esto, 67% de los par-

ticipantes respondieron haber asistido a alguna capacitación específica, dentro de los que se destacan el curso de agricultura de precisión de INTA y las “jornadas cursos y demostraciones regionales” (Figura 2 a y b).

### ¿QUÉ TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA DE PRECISIÓN SE UTILIZAN HOY?

Las tecnologías de muy fácil uso y bajo costo son las que normalmente se difunden más rápido (Lowenberg-DeBoer, 2003) y son, según la encuesta, también en este caso las que tienen mayor adopción (GPS, Banderilleros, imágenes) (Figura 3). Luego existe un número amplio de tecnologías que mantienen una diferencia entre quienes las conocen y quienes las emplean efectivamente. Dentro de este grupo se destacan con mayor nivel de uso: los mapas de suelo, muestreos de suelo,



**Figura 3** - Nivel de conocimiento y uso de diferentes tecnologías de agricultura de precisión (n=124).

**Cuadro 1** - Razones que llevaron a utilizar o no la tecnología de agricultura de precisión a los encuestados

Razones por las que utiliza (n=111)		Razones por las que no utiliza (n=44)	
Aumentar el beneficio económico	68%	Considera que falta especialización para utilizarlas	50%
Aumentar el rendimiento	63%	Escasos cursos de capacitación disponibles	43%
Disminuir el costo de producción	56%	Escasa capacitación de los operarios de maquinaria	41%
Mejorar el conocimiento del sistema de producción	52%	Pocas empresas de servicios de AP	39%
Minimizar el impacto ambiental	48%	Alto costo de los servicios de AP que se contratan (mapeo, dosis variable, ambientación etc.)	36%
Aumentar la calidad de la producción	43%	Alto costo de la tecnología	27%
Mejorar la gestión de la maquinaria	41%	Beneficio económico y agronómico no demostrado	18%
Usar las últimas tecnologías	33%	Falta de fuentes de financiamiento	18%
Disminuir el trabajo	32%	Otras	14%
Mejorar el control y trazabilidad de la producción	16%		
Otras	16%		
Mejorar la comercialización	7%		

y monitor de rendimiento, probablemente asociados a una estrategia de manejo por ambientes o manejo por zonas, muy difundida en Uruguay.

La lista continúa con algunas de las tecnologías de más reciente introducción. Entre estas hay dos que se destacan que son la fertilización y la siembra variable, que muestran una alta relación entre quienes la conocen y la utilizan, sugiriendo un potencial importante de crecimiento futuro.

Las razones para utilizar o no utilizar estas tecnologías son diversas (Cuadro 1). Las que se reportan promoviendo el uso, están asociadas principalmente a lo económico (aumento de beneficio o reducción de costos). Mientras que las razones para no utilizarlas están fuertemente asociadas a la capacitación o acceso a los servicios y en menor medida al costo, financiamiento e incertidumbre sobre el resultado.

Los cinco problemas más relevantes a la hora de implementar prácticas de agricultura de precisión tienen que ver con la mayor complejidad del proceso de producción, por la mayor sofisticación y por la incorporación de componentes que requieren mayor conocimiento para su uso. En orden, estos problemas son: 1) Se requiere mayor especialización para el procesamiento de datos (62%), 2) Escasa capacitación del personal (52%), 3) Incompatibilidad entre equipos o software (46%), 4) Escaso servicio técnico post venta de las empresas (39%) y 5) Escasa información agronómica para el manejo variable de insumos (36%). Estas respuestas coinciden de forma muy clara con la respuesta a la pregunta, ¿Qué necesita para mejorar la utilización de las técnicas y tecnologías de agricultura de precisión? (ver recuadro), para la cual las respuestas apuntan a la capacitación,

generación de información agronómica y generación de instancias de intercambio. Queda claro que las mayores dificultades están dadas por la complejidad del uso, la capacitación y la evaluación agronómica.

Al final de la encuesta, se planteó una pregunta libre, que fue contestada por la mitad de los encuestados de forma extensa. La mayoría de las respuestas hacen énfasis en la necesidad de contar con cursos de capacitación y difusión de resultados, mejorando el intercambio de experiencias.

**¿Qué necesita para mejorar la utilización de las técnicas y tecnologías de agricultura de precisión? (n=110)**

- Más capacitación (83%)
- Mayor información agronómica (76%)
- Instancias de intercambio y discusión con otros usuarios de agricultura de precisión (70%)



Foto: A. Berger

**Figura 4** - Trigo de alto rendimiento. El manejo del nitrógeno en forma variable permite distribuir mejor el fertilizante, aplicando dosis más altas solo donde es necesario, sin aumentar la dosis promedio aplicada en la chacra.

Por otra parte, la necesidad de validación de la conveniencia económica y ambiental de uso de tecnologías de agricultura de precisión, seleccionando aquellas que mejor se adapten a nuestro sistema productivo. También se plantea mejorar la orientación hacia soluciones adaptables a diferentes escalas de manejo, pensando en productores de escala menor en los que puede ser difícil amortizar equipamientos de alto costo. Esto se vincula al costo de la tecnología y a la forma de adaptarse.

Aquí uno de los puntos en los que se debería hacer énfasis es que, si bien muchas de las estrategias de manejo de agricultura de precisión están asociadas a maquinaria o equipamiento, hay otras prácticas que no lo están necesariamente y solo requieren cambios en la forma de realizar las actividades o procesos (ej. muestreo de suelos por zonas). Normalmente la dificultad existe al trasladar un manejo de precisión a grandes escalas, para lo cual, sí, es necesario contar con equipamiento que lo permita operativamente, además del conocimiento y capacidad de gestión asociados.

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS DE LA ENCUESTA

Si bien se trata de una encuesta de respuesta voluntaria que solo fue respondida por una parte de los productores-asesores, dada la cobertura que se logró, creemos que es una muestra representativa de aquellos que se encuentran más familiarizados con el tema y por lo tanto de sus necesidades, dudas y avances logrados.

Los puntos más destacables a nuestro entender son:

- Hay grandes avances de adopción, sobre todo de las tecnologías de más fácil uso (guiado, GPS).

Es muy destacable que tecnologías de mayor complejidad como muestreo de suelos geo-referenciado, mapas de suelos (ej. manejo por ambientes) presentan un grado de difusión y adopción importante.

- Existe la demanda de mejorar la capacitación, difusión de resultados de validación local con resultados agronómicos confiables que demuestren la conveniencia de su uso.
- Existe una mayor tendencia al desarrollo y adopción en los productores-asesores de mayor escala, probablemente presionados por la necesidad operativa y facilitada por la capacidad de amortizar equipamiento de mayor costo (para los que las soluciones ya vienen incorporadas). En contrapartida, los productores de menor escala tienden a encontrar más dificultades para adoptar estrategias de agricultura de precisión.
- Asociado a este último punto, existe una asociación muy fuerte entre lo que se entiende como agricultura de precisión y la capacidad de maquinaria (esto es, lo que la maquinaria puede hacer); el foco es menor en que la agricultura de precisión es una estrategia de manejo, de toma de decisiones y de asignación de los recursos. Como tal, se refiere a como podemos organizar, distribuir y asignar los recursos dentro del establecimiento o del potrero.

Fischer, R. A., & Connor, D. J. (2018). Issues for cropping and agricultural science in the next 20 years. *Field Crops Research*, 222(March), 121–142. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.03.008>

Fischer, T., Byerlee, D., Edmeades, G., Byerlee, D., Edmeades, G., & Fischer, T. (2014). Crop yields and global food security. Australian Centre for International Agricultural Research, 1–660.

Lowenberg-DeBoer, J. (2003). Precision Farming or Convenience Agriculture. Australian Society of Agronomy. "Solutions for a better environment". Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, 2-6 Feb. 2003, Geelong, Victoria. Web site [www.regional.org.au/au/asa](http://www.regional.org.au/au/asa)

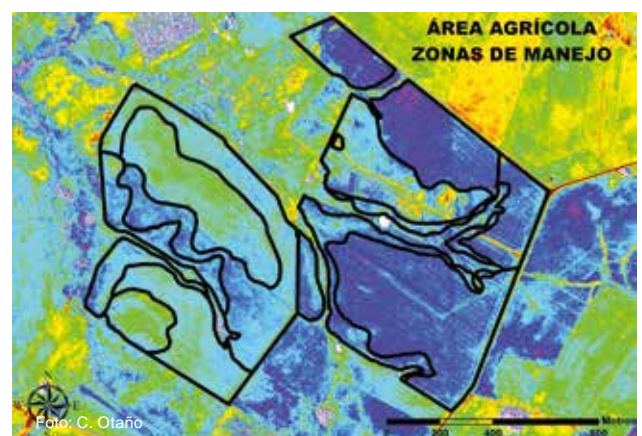


Foto: C. Otaño

**Figura 5** - Mapa de ambientes o zonas de manejo uniformes (trazos negros) solapado con imagen en falso color de alta resolución de dos chacras comerciales en Colonia.



## INFORME ESPECIAL

Producción de trigo en dos sistemas contrastantes: agricultura continua (*izquierda*) y sistema con rotación cultivos - pasturas (*derecha*).

Foto: INIA

# ROTACIONES CULTIVOS PASTURAS INIA LA ESTANZUELA

## Aprendiendo del experimento más antiguo de Latinoamérica

Ing. Agr. MSc. PhD Andrés Quincke<sup>1 y 2</sup>

Ing. Agr. PhD Verónica Ciganda<sup>2</sup>

Ing. Agr. PhD Jorge Sawchik<sup>3</sup>

Ing. Agr. MSc Enrique Fernández<sup>4</sup>

DMV MSc Darío Hirigoyen<sup>5</sup>

Ing. Agr. MBA Diego Sotelo<sup>6</sup>

Ing. Agr. MSc Ernesto Restaino<sup>7</sup>

Ing. Agr. Joaquín Lapetina<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental

<sup>3</sup>Programa de Investigación en Cultivos de Secano

<sup>4</sup>Unidad de Economía Aplicada

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

<sup>6</sup>Director de Transferencia de Tecnología y Comunicación

<sup>7</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Siendo una referencia a nivel mundial en la temática de rotación cultivos - pasturas, el ensayo cuenta de 56 años de información acumulada y es una fuente esencial para responder a las preguntas del presente sobre los sistemas del futuro.

### INTRODUCCIÓN

Nacido en 1963 de la mano del Ing. Agr. José Lavalleja Castro, ha sido desde entonces una referencia para conocer la necesidad de “rotar” (alternar) cultivos y pasturas para mantener la productividad del recurso suelo. Nos referimos al “ensayo de rotaciones” como es conocido en la jerga académica o entre los productores y técnicos. Se encuentra instalado en INIA La Estanzuela (Colonia) y ha sido fundamental en el conocimiento de la dinámica del suelo en cuanto a propiedades químicas y físicas, según el uso del mismo.

Evalúa los efectos de siete secuencias de manejo (rotaciones) con diferente intensidad de uso del suelo y es uno de los más antiguos del mundo. Incluye siete sistemas contrastantes, bajo tres repeticiones, conformando 21 parcelas de 0,5 ha cada una. Estos siete sistemas representan un gradiente de intensificación agrícola para evaluar los efectos en el suelo, el desempeño de los cultivos, así como los impactos en el ambiente.

En un extremo de este gradiente ubicamos un sistema intensivo agrícola (que en el presente incluye los cultivos de trigo, cebada, maíz, sorgo y soja) y que se



ha manejado sin el agregado de fertilizantes. Con este sistema se busca representar y evaluar una agricultura no sustentable, que ocurrió hace varias décadas en nuestro país. En el otro extremo ubicamos a los sistemas que incluyen pasturas, por medio de las cuales se logra una notable conservación del suelo, e incluso una mejora a largo plazo si anteriormente el suelo sufrió degradación.

En cada una de estas “franjas” se cosecha, se miden rendimientos de cultivos y pasturas, se miden propiedades físicas, químicas y biológicas de suelos, al igual que se estima la pérdida de suelos (erosión) y otras variables que hacen a la calidad del suelo y el ambiente. Por otro lado, se han llevado a cabo diferentes estudios sobre la dinámica de enfermedades y malezas bajo los diferentes tratamientos aplicados. El manejo de las pasturas no se realiza con pastoreo, sino con cortes mecánicos; es decir, no ingresan animales.

## ANTECEDENTES

La década del 60, fue efervescente en la organización de la investigación agropecuaria en el Uruguay.

Se apostó a la generación de conocimiento desde la investigación, como uno de los motores de mejora de la productividad y el bienestar agropecuario. Se operó la regionalización agropecuaria en el país, integrándose en el caso de INIA, cuatro nuevas estaciones experimentales a la ya existente, La Estanzuela. Simultáneamente, el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca inició un programa de desarrollo de producción pecuaria, basado en la introducción y adaptación de pasturas cultivadas, básicamente leguminosas. Esto constituyó el marco para que el proyecto de manejo de suelos de La Estanzuela naciera y creciera con fuerza.

El Ing. Agr. J. L Castro, trabajando en el área de suelos de La Estanzuela fue el ideólogo de este experimento, y junto a otros visionarios plasmaron estas rotaciones que constituyen actualmente un patrimonio no sólo institucional sino nacional en investigación agropecuaria. Este experimento marcó un hito en la forma de investigar, aportando herramientas para generar nuevas propuestas y cuya vigencia se ha mantenido a lo largo de



Figura 1 - Aspecto de dos parcelas consecutivas del ensayo.



Figura 2 - Ing. Agr. José L. Castro.

las décadas, anticipándose a la necesidad de desarrollar modelos sustentables de agricultura, frente a la agricultura degradante que campeaba en esos años iniciales.

Es el más longevo de Latinoamérica y ha trascendido contextos y gobiernos, aportando pautas para definir políticas de estado en investigación sobre sistemas de producción sostenibles. Ha constituido además una fuente de información en el recientemente aprobado Plan de uso y manejo de suelos, una de las decisiones en política agropecuaria más importantes de los últimos años.

## SISTEMAS O ROTACIONES INCLUIDAS EN EL ENSAYO

Los siguientes cuadros (1 y 2) presentan las distintas “rotaciones” utilizadas en dos períodos: 1983-2008 y 2009 en adelante.

Estos cambios ocurren basados en la adecuación de los cultivos a los nuevos sistemas de laboreo y sus desafíos asociados (Siembra Directa) y la adecuación a la realidad productiva del país.

## Evolución del ensayo

El experimento fue objeto de ciertos ajustes de diseño, en virtud de los cambios ocurridos en la producción agrícola comercial del país. Estos cambios fueron implementados básicamente en los años 1974, 1983 y 2009, aunque los sistemas de uso del suelo, concebidos originalmente por el Ing. Agr. Castro, prácticamente no variaron en su esencia.

Inicialmente la secuencia básica de cultivos fue lino-trigo-girasol de primera, trigo-girasol de primera. Esta secuencia se repetiría continuamente en los sistemas de agricultura continua y, por ejemplo, en el sistema 5, se alternaba con una pastura de Trébol Blanco y Fesluca de cuatro años. Las tres repeticiones (o bloques) se manejaron inicialmente en forma "sincronizada". Por ejemplo, las tres repeticiones de los sistemas 1 y 2 (agricultura continua) tuvieron lino en 1963, trigo en 1964, etc.

En 1974 se estableció una nueva secuencia para incorporar el cultivo de sorgo granífero. Además, se procedió al desfase de los bloques, a efectos de poder mejorar el análisis estadístico de los datos, al permitir separar el "efecto año" del efecto "año de la secuencia".

En 1983 el lino fue sustituido por la cebada y además se comenzó con cultivos "de segunda", pasándose de una secuencia de cinco años a una de tres años de duración: sorgo de primera-cebada/girasol de segunda-trigo. Las praderas se sembrarían en forma consociada con trigo y durarían tres años. Por lo tanto, las rotaciones con praderas pasaron a tener una duración de seis años (en lugar de nueve). El sistema 4, que originalmente fue un sistema que rotaba con pasturas anuales, pasó a ser el sistema con la mayor proporción de

Los siete sistemas del ensayo representan un gradiente de intensificación agrícola para evaluar los efectos en el suelo, el desempeño de los cultivos, así como los impactos en el ambiente.

pasturas: cuatro años de pastura y dos de cultivos. Las rotaciones representadas en el cuadro 1 se corresponden al período desde 1983 hasta 2008.

Desde el 2009 se adoptó en forma generalizada el sistema de siembra directa. De todos modos, en las décadas anteriores hubo una gradual reducción en la intensidad de laboreo. También en el 2009 se comenzó con una nueva secuencia de cultivos para incluir el cultivo de maíz y el cultivo de soja. El sistema 6 (de agricultura continua) pasó a ser un sistema muy "sojizado", pero con cultivos de cobertura o trigo (Cuadro 2).

## VARIABLES RELEVADAS RUTINARIAMENTE

Para cada cultivo que se realiza, se registra el rendimiento y la cantidad de nutrientes que se extraen. En las muestras de suelo que se obtienen todos los años se realizan análisis químicos de carbono orgánico, pH, fósforo extraíble (por los métodos de Bray, ácido cítrico, y resinas catiónicas), potasio intercambiable y potencial de mineralización de nitrógeno. Además, existe un archivo de muestras, que permite aplicar nuevas técnicas analíticas y responder nuevas preguntas utilizando suelos de momentos particulares del desarrollo del experimento.

**Cuadro 1** - Diseño de rotaciones utilizado desde 1983 a 2008

<b>1</b>	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo	Sin Fert.
<b>2</b>	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo	Con Fert.
<b>3</b>	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo c/Lotus	Lotus 2	Lotus 3	Lotus 4	Con Fert.
<b>4</b>	Cebada c/T. Rojo	T. Rojo 2	Trigo c/Pradera	PP 2	PP 3	PP 4	Con Fert.
<b>5</b>	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo c/Pradera	PP 2	PP 3	PP 4	Con Fert.
<b>6</b>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Girasol 1 <sup>a</sup>	Trigo	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Girasol 1 <sup>a</sup>	Trigo	Con Fert.
<b>7</b>	T. Rojo 2	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo c/T. Rojo	T. Rojo 2	Cebada Girasol 2 <sup>a</sup>	Trigo c/T. Rojo	Con Fert.

Cuadro 2 - Diseño de nuevas rotaciones - 2009 a la fecha

1	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	Sin Fert.
2	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	+P +N
3	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	Lotus 1	Lotus 2	Lotus 3	+P +N
4	Maíz 1 <sup>a</sup>	T. Rojo 1	Sorgo 1 <sup>a</sup>	PP 1	PP 2	PP 3	+P +N
5	Maíz 1 <sup>a</sup>	Cebada Sorgo 2 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	PP 1	PP 2	PP 3	+P +N
6	Avena cob. Soja 1 <sup>a</sup>	Avena cob. Soja 1 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	Avena cob. Soja 1 <sup>a</sup>	Avena cob. Soja 1 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	+P +N
7	T. Rojo 1	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	T. Rojo 1	Sorgo 1 <sup>a</sup>	Trigo Soja 2 <sup>a</sup>	+P +N

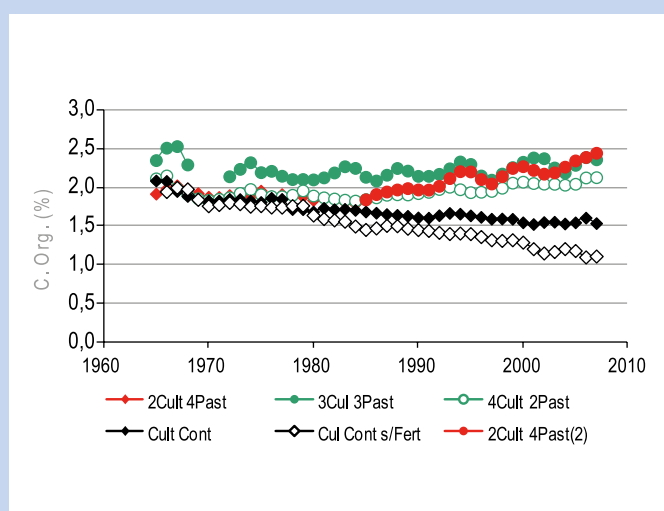


Gráfico 1 - Evolución de Carbono Orgánico en suelo.

### **Evolución de uno de los principales indicadores de la calidad del recurso suelo: Carbono Orgánico**

De la observación cuidadosa de la siguiente gráfica surgen los siguientes puntos más destacables:

1 - Ambos sistemas de agricultura continua produjeron un gradual pero continuo descenso en el contenido de Carbono Orgánico del suelo. La práctica de no fertilizar los cultivos produce una pérdida mayor aún, lo cual se explica principalmente por la menor entrada de C que se verifica con los menores rendimientos del sistema 1.

2 - También es interesante constatar que las diferencias entre estos dos sistemas de agricultura continua no se hicieron "visibles" hasta el inicio de los años 80, es decir casi 20 años luego del inicio del estudio.

3 - Los sistemas de rotación con pasturas presentan un "equilibrio dinámico", más evidente luego de los años 80. Esto significa una degradación o pérdida de carbono durante la fase de cultivos y una recuperación o ganancia de carbono en la fase de pasturas.

4 - El sistema de mayor proporción de pasturas (sistema 4) se inició en el año 1984, precedido por un sistema donde las pasturas eran anuales solamente. Este cambio de manejo resultó en un claro aumento en el Carbono Orgánico, logrando superar el nivel observado al inicio del experimento.

5 - Por lo tanto, en términos generales, las pasturas permiten mantener o incluso subir el nivel de Carbono Orgánico del suelo. De todas formas, aún en el mejor sistema, no se logró superar el nivel original de Carbono Orgánico que tendría el suelo en su condición virgen (estimado en aprox. 3,0%).

### **Monitoreo Ambiental**

#### ***Dinámica del nitrógeno en los sistemas: evaluación de la lixiviación de nitratos del suelo y de las emisiones de óxido nítrico***

En los últimos años este ensayo ha servido como material experimental para estudiar temas relacionados con el destino ambiental de los nutrientes lo que resalta el valor de mantener esta plataforma experimental.



Foto: INIA

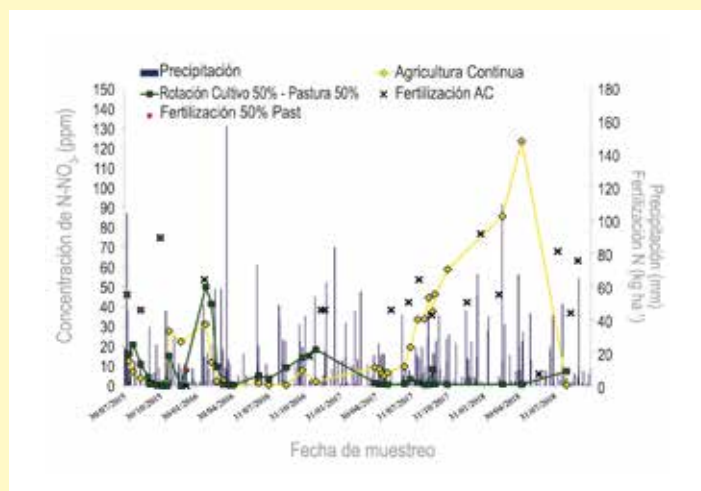
**Figura 3** - Copa porosa de succión instalada a 60 cm de profundidad para medir pérdida de nitrógeno del suelo.

El nitrógeno (N) mineral en la solución del suelo está predominantemente presente como nitrato ( $N-NO_3$ ), que se adsorbe escasamente al suelo y por lo tanto es más afectado por la lixiviación debido a la baja capacidad de intercambio de aniones del suelo. El sistema de cultivo, incluyendo labranza, cantidad de residuos, rotación y manejo de N, es el factor más determinante para las pérdidas de lixiviación (Follett y Hatfield, 2001).

Con el propósito de conocer el efecto de la pastura incluida en los sistemas de rotación, en los últimos años se han llevado a cabo mediciones de las pérdidas de nitrógeno (medido como nitrato) del suelo utilizando la metodología de copas porosas de succión instaladas a 60 cm de profundidad (Figura 3), las cuales son tubos de PVC con terminación de material poroso y válvula para ejercer vacío.

Éstas fueron instaladas en el sistema 5, de 50% del tiempo bajo pastura (Festuca, Trébol Blanco y Lotus) en rotación con cultivos, y en el sistema 2 de agricultura continua con fertilización. Los resultados mostraron que las concentraciones de nitratos en el agua lixiviada fueron mínimas y significativamente menores en el sistema 5 respecto al sistema 2 (Gráfico 2).

Este resultado demuestra claramente el efecto positivo de las pasturas en la utilización de este nutriente,



**Gráfico 2** - Concentraciones promedio de nitratos ( $N-NO_3$ , en ppm), precipitación (mm por día) y cantidad de fertilizantes nitrogenados durante el periodo del ensayo en dos diferentes tratamientos (agricultura continua con fertilización y 50% Pastura: 3 años de pastura mixta en rotación con tres años de cultivos).

INIA ha comenzado a cuantificar el efecto de las pasturas en las rotaciones sobre las pérdidas de nitrógeno del suelo hacia la atmósfera en forma de óxido nítrico (gas de efecto invernadero).

impidiendo que el mismo llegue a contaminar capas de aguas subterráneas. Por el contrario, la colecta de nitratos en agua a 60 cm de profundidad nos indica que luego de precipitaciones ocurridas se produciría un lavado de este nutriente en profundidad.

En los últimos años, Uruguay ha asumido compromisos internacionales para disminuir la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero en sus sistemas de producción agropecuaria, adhiriéndose de esta manera a la lucha internacional contra el cambio climático. En este sentido, en INIA se ha considerado la importancia de conocer y cuantificar el efecto de la inclusión de pasturas en las rotaciones sobre las pérdidas de nitrógeno del suelo hacia la atmósfera en forma de óxido nitroso, un gas de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento de la temperatura de la tierra, que favorece al cambio climático. Para esto se han utilizado cámaras metálicas, que se componen de una base y una tapa (Figura 4), las que se han instalado en los sistemas de agricultura continua y de rotación cultivo-pastura del experimento.

Las cámaras permiten el monitoreo frecuente de los flujos de pérdida del gas óxido nitroso. Estos trabajos están permitiendo conocer e identificar los sistemas de rotación y el manejo agrícola que más contribuye a la mitigación de las emisiones del óxido nitroso.

#### APORTES A LAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS

En la década de los 80, con la preocupación sobre la importancia del proceso de erosión en la degradación del suelo y su pérdida de productividad, un esfuerzo conjunto entre el MGAP, la Facultad de Agronomía (Udelar) e INIA permitió la instalación de parcelas experimentales para medir la pérdida de suelo por erosión. Así, las parcelas de escurrimiento superficial se instalaron en algunos puntos del país.

Un set de parcelas se instaló primero en el propio ensayo y luego en un sitio satélite dentro de La Estanzuela, utilizando tratamientos de uso y manejo de suelos tomados del ensayo de Rotaciones. Este experimento aún funciona y permitió coleccionar casi en forma ininterrumpida

datos sobre escurrimiento superficial y pérdida de suelo y nutrientes. Una vez más las rotaciones con pasturas mostraron menores pérdidas de suelo que los sistemas de agricultura continua.

En un avance posterior se calibró y validó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo como modelo empírico para determinar la tasa de erosión anual. El buen ajuste de los datos, y la intención de promover buenas prácticas de conservación de suelos permitió que el MGAP desarrollara la política pública relacionada con los Planes de Uso y Manejo de Suelos desde el año 2013. Esto representa hoy en día un orgullo para el Uruguay y un caso exitoso de integración entre la generación de conocimiento y la formulación de políticas públicas, en este caso, en conservación de suelos.



Figura 4 - Cámara metálica para medir las pérdidas de nitrógeno del suelo hacia la atmósfera en forma de óxido nitroso.

Foto: INIA

**Ing. Agr. Fernando García Préchac**  
Director General de Recursos Naturales del MGAP



*“Nuestro país es referente a nivel mundial en el concepto de rotación cultivo – pastura”.*

En este sentido, INIA ha sido el abanderado en el mantenimiento y proyección de este ensayo de largo plazo.

**Insumos para las políticas de suelos:** las parcelas de escurrimiento que están operativas en La Estanzuela forman parte del mismo concepto de conservación de suelos y han sido de gran colaboración para la calibración del modelo de erosión. Si bien no se encuentran dentro del ensayo por razones técnicas, fue el ensayo de “rotaciones viejas” el que permitió visualizar la posibilidad de generar un modelo de estimación de la erosión como elemento clave para manejar la política de suelo.

**El aporte de Uruguay en el tema:** nuestro país es referente a nivel mundial en el concepto de rotación cultivo – pastura, tanto a nivel científico tecnológico como en las políticas de gestión del recurso suelo. Nuestra originalidad es que trabajamos con un sistema diverso, que encuentra en la integración las claves para su sostenibilidad.

**El valor del ensayo:** la información que genera el ensayo es imprescindible para tener una base de datos que permita validar modelos y estudiar la evolución de diferentes variables.

La única forma de lograr este objetivo es mediante instituciones que disponen de las instalaciones y capacidades necesarias, apuntando a generar datos que servirán más adelante.



**Ing. Agr. Roberto Díaz**  
Ex Director de INIA La Estanzuela  
Ex Investigador en Manejo de Suelos

El experimento de rotaciones agrícola-ganaderas es un patrimonio de riquísima información sobre el impacto que tienen los sistemas de producción de agricultura continua o en rotación con pasturas sobre el suelo y su productividad. Su valor se acrecienta en estos tiempos en que toda la sociedad revaloriza la necesidad de sistemas sustentables de producción y en particular por la preocupación creciente por el recurso suelo en que se está basando la intensificación productiva. Los suelos de Uruguay presentan condiciones de muy frágil estabilidad productiva bajo

agricultura anual convencional debido al alto riesgo de erosión de sus suelos con; bajas tasas de infiltración, fuertes pendientes y lluvias de alta intensidad.

**Orígenes:** la lúcida visión del Ing. Agr. J.L. Castro inspira este experimento, al anticipar en la década del 60 la importancia de desarrollar sistemas de producción sustentables, frente a la generalizada degradación de los mejores suelos por la agricultura continua. Percibe la oportunidad de evaluar un manejo de suelos basado en la capacidad de restaurar la fertilidad de los suelos por las pasturas y su rotación con agricultura anual e instala el experimento de largo plazo.

En ese entonces, constituye una propuesta pionera para la región y determina que hoy sea el experimento de largo plazo más antiguo de América Latina. Sus contribuciones transformaron la forma de hacer la agricultura en Uruguay beneficiando a todos los sistemas que integraron la agricultura y la pecuaria. Por otra parte, generó información básica y de procesos que lo hacen un referente científico para el país, con reconocimiento internacional.

**Beneficios:** entre los productos tecnológicos del experimento se destaca la demostración de los beneficios económicos y ambientales de la sinergia del sistema mixto pasturas-cultivos. Asimismo, fue crucial en difundir la propuesta de las siembras asociadas de pasturas con cereales de invierno, que en definitiva constituyó el gatillo tecnológico que disparó la adopción del sistema mixto de producción a partir de la década de 1970.

La información científica permite entre otras cosas; a) comprender la dinámica de plagas, enfermedades y malezas en diferentes rotaciones, b) dimensionar adecuadamente el largo de la fase agrícola para capitalizar la residualidad de nitrógeno que dejaban las pasturas con leguminosas, c) definir secuencias con mejor uso productivo del suelo; d) verificar la capacidad de emitir y secuestrar el carbono orgánico del suelo.

En su conjunto estos conocimientos contribuyen sustancialmente en la formulación del marco jurídico y regulatorio de uso del suelo en el país.

*“Nuestros suelos presentan condiciones de muy frágil estabilidad productiva bajo agricultura anual convencional”.*

**Cambios en el contexto productivo:** la dinámica del agronegocio generó en la agricultura de secano un fuerte ciclo de adopción de la rotación que alcanza en los años 90 casi la totalidad del área agrícola. Esa adopción, junto a otras prácticas tecnológicas, permitió tasas de incremento de 3 a 4 % anual de la productividad de los cultivos de grano.



Figura 5 - Estudiantes toman muestras de suelo en el ensayo.

Foto: INIA

Luego de los años 90, con la adopción de la siembra directa, se expande el área agrícola y se reduce marcadamente el sistema mixto en la agricultura de secano. No obstante, agotada la fase de expansión, se hace evidente en la actualidad la degradación de carbono y la pérdida de productividad de esos sistemas. La información básica que ha generado esta actividad experimental será imprescindible para el rediseño de sistemas que incorporen pasturas a la medida de cada situación.

**La proyección de esta actividad experimental:** por último, la información de este experimento generó una base de datos de 56 años con la evolución de las características del suelo, el manejo empleado y los rendimientos obtenidos. Esa información analizada en forma integrada permitió cuantificar el efecto de las diversas variables sobre los rendimientos.

Es así que se pudo vincular con indicadores robustos el efecto de la pérdida de materia orgánica sobre los rendimientos de los principales cultivos. Por consiguiente, se podrá, mediante el empleo de modelos ya desarrollados, diagnosticar la productividad perdida en un suelo por degradación, teniendo en cuenta su condición actual y no solamente en indicadores como el CONEAT, que consideran la situación casi indisturbada de cada unidad de suelos.

El desarrollo actual de esas herramientas permitirá que los tomadores de decisiones, públicos y privados, puedan integrar a los cálculos económicos el valor de pérdida o ganancia de productividad si gana o pierde materia orgánica.

En un escenario de tantos cambios ambientales, económicos y estructurales, cobran importancia creciente los estudios mediante simulación con modelos. Nos hemos familiarizado en los últimos tiempos con modelos que estiman: las pérdidas de suelo por erosión, la dinámica del carbono, la productividad de cultivos en función de variables ambientales, escenarios climáticos y su variabilidad, etc. El empleo de esos modelos permite luego realizar experimentación "virtual" en condiciones edáficas y/o climáticas diferentes a las del propio experimento. Estos experimentos de largo plazo generan indicadores valiosísimos para los modelos y validan los resultados de esas aplicaciones.

La sostenibilidad productiva y ambiental requiere investigación sostenida en el tiempo para comprender los cambios acumulativos y tendencias producidas por los sistemas productivos empleados. Debemos congratularnos de la fuerte institucionalidad de la investigación agrícola nacional que garantiza este ejemplar proceso.



Foto: INIA

**Figura 6** - Visitantes observan la cartelería al acceder al ensayo.

## SIMPOSIO DE LOS 40 AÑOS DE ROTACIONES

En el año 2003, INIA llevó a cabo un simposio que celebraba los 40 años del ensayo, con el objetivo de realizar un análisis de los primeros 40 años de datos. Los resultados de este exitoso simposio se encuentran publicados en la Serie Técnica 134 de INIA, disponible en la web.

Nos gustaría revivir la parte final de la introducción de dicha publicación, escrita por el Ing. Agr. Roberto Díaz Rosello, uno de los profesionales que ha sido responsable de esta valiosa joya y que supo valorizar la información del ensayo, así como transmitir la importancia del mismo, aun en momentos donde no se visualizaba su posible aporte.

Ya en 2003, el Ing. Agr. Díaz Rosello cerraba esa introducción con una visión de futuro que aún hoy dispone de total vigencia conceptual:

*“LO QUE VENDRÁ. Seguramente seguiremos asistiendo a ajustes y cambios en los siete sistemas de manejo del suelo que conforman el experimento. En el pasado siempre han ocurrido con cierto rezago con relación a los cambios tecnológicos de la realidad productiva. Es razonable, porque hay que estar muy seguros del éxito de lo que se introduce. El objetivo de este experimento no es el de validar nuevas tecnologías. De eso debe ocuparse otro tipo de experimentos. La discusión y decisiones sobre la introducción total de la siembra directa en el manejo de suelos de este clásico experimento aún no ha terminado. Será lo más inmediato, pero seguramente continuará con otras alternativas técnicas. Lo que ciertamente se seguirá desarrollando es la com-*

*presión de muchas más variables biológicas que explicarán y alertarán sobre el impacto ambiental de largo plazo que tendrán todas las nuevas innovaciones de manejo de los suelos y cultivos que la ciencia propone.*

*Solamente con investigación ambiental de largo plazo, la producción y el hombre tendrán largo plazo”.*

## VALOR DIDÁCTICO DEL ENSAYO DE ROTACIONES

Tal vez sea un valor intangible del ensayo de rotaciones, pero sin duda es un gran valor que tiene. Cabe señalar que INIA La Estanzuela dispone de un nivel de actividad, que concreta un entorno de 80 actividades al año, nucleando a más de 4500 personas en promedio

En términos generales, las pasturas permiten mantener o incluso subir el nivel de carbono orgánico del suelo. Aún así, no se ha logrado superar el nivel original de carbono orgánico que tendría el suelo en su condición virgen.



durante el transcurso de un año laboral. Un 40% de estas actividades refieren a visitas de tipo institucional o didácticas, entre las que se identifican escuelas, liceos, estudiantes en general, profesores, docentes, estudiantes de nivel terciario (técnico agropecuario, ingeniero agrónomo), así como posgrados.

Existen dos momentos en el año, otoño y primavera, donde la expresión de los cultivos muestra de manera clara el efecto de los distintos sistemas en la vida del suelo. Entonces, es sin lugar a duda impactante recorrer una parcela de trigo que no superará los 600 kg/ha de rendimiento (en el sistema 1, o sea de agricultura continua sin fertilización), expresando el deterioro acumulado que causó este sistema degradante. Al mismo tiempo, en las parcelas adyacentes se encontrarán trigos que, sembrados en igualdad de condiciones, pueden sobrepasar los 4000 kg/ha (sistemas 3-4-5-7). Esta expresión de diferencias en el cultivo de trigo como ejemplo, que logra multiplicar varias veces el rendimiento, es didácticamente muy valioso y potente.

## ANÁLISIS ECONÓMICO

### ¿Qué nos dicen los números desde las rotaciones?

Diversos estudios llevados a cabo a lo largo de estos años han puesto de relevancia aspectos fundamentales:

- Los avances tecnológicos incorporados sucesivamente a los sistemas de rotación (siembras de pasturas asociadas, introducción de cultivos de segunda, siembra directa, etc.) han determinado esquemas con una mayor intensidad en el uso del suelo, con una menor proporción del tiempo de la rotación con suelo descubierto o bajo laboreo, y una mayor producción de forraje por ciclo de pastura.

- Los sistemas que incluyen rotación con pasturas permanentes con leguminosas muestran niveles de rendimiento de cultivos no logrados en el resto de los sistemas únicamente con el agregado de fertilizantes. Los sistemas con pasturas presentaron además la ventaja de la incorporación de un rubro de producción adicional con un importante rol en el aporte a los ingresos y la diversificación. Estos sistemas resultaron a su vez, económicamente superiores y más estables en el largo plazo que otras alternativas.

- Los costos de laboreo resultaron el factor de mayor incidencia en los costos de producción, siendo más

Figura 7 - La observación de las diferencias de rendimiento de cultivo, explicadas por el manejo de las rotaciones, es de un valor didáctico muy potente.



Foto: INIA

elevados en los sistemas de agricultura continua y no compensados por los rendimientos logrados. Se verifica consistentemente una tendencia a incrementar dichos costos en relación con la “presión” que el sistema representa sobre el recurso suelo.

- La estabilidad de los indicadores económicos ha sido consistente con la sustentabilidad de los sistemas en términos físicos y de conservación de los recursos naturales.

Finalmente es importante destacar la importancia de estudios que analicen el resultado económico en el largo plazo de diferentes esquemas de rotación. Evaluando su elasticidad frente a las variaciones de precios y circunstancias climáticas, así como la evolución en términos de calidad y productividad de los recursos naturales involucrados.

La búsqueda de sistemas de producción y prácticas tecnológicas alternativas debe tener en cuenta que la conservación y el uso racional de los recursos naturales estará íntimamente ligado a la sustentabilidad y estabilidad económica de estos sistemas en el largo plazo, lo que a su vez estará condicionando su viabilidad a nivel de empresa agropecuaria.

Los sistemas que incluyen rotación con pasturas permanentes con leguminosas muestran niveles de rendimiento de cultivos no logrados en el resto de los sistemas únicamente con el agregado de fertilizantes.

**Ing. Agr. Alejandro Morón**

Ex Responsable del Laboratorio de Suelos de CIAAB e INIA

Ex Investigador Área de Suelos de INIA  
Actualmente Docente Universidad UDE



**¿Cuál es la razón por la que este experimento ha sido tan prolífico?**

Cuando el Ing. Agr. J.L. Castro lo pensó en 1963 logró que éste contuviera en sus tratamientos la realidad y

*“Con los años los datos fueron claros y las rotaciones de agricultura con pasturas emergieron como una alternativa exitosa”.*

problemas de la agricultura uruguaya de ese entonces y sus posibles alternativas para superar algunos de esos problemas. El problema central fue cómo mantener o incrementar la productividad de los cultivos sin deteriorar o mejorando la calidad del suelo. En el transcurso de los años los datos fueron claros y las rotaciones de agricultura con pasturas emergieron como una alternativa exitosa.

Además, debe mencionarse que los tratamientos tuvieron un contraste muy marcado que los años fueron acentuando y que convirtieron al experimento en un material de muy alto valor para estudiar diversos aspectos de la fertilidad del suelo y otros aspectos vinculados a otras áreas como patología vegetal, entomología, dinámica de malezas, etc.

El experimento mostró que, en Uruguay, como en muchas partes del mundo, un aspecto central de la calidad del suelo pasa o está en el carbono orgánico del suelo, principal constituyente de la materia orgánica. Éste se relaciona en forma positiva con propiedades físicas, químicas, biológicas y productivas del suelo. El conocimiento de la dinámica del carbono mereció esfuerzos que también fueron acompañados por el conocimiento de la dinámica de otros constituyentes de la materia orgánica, como nitrógeno y fósforo.

**Más allá de los resultados específicos, ¿qué nos deja de enseñanza este experimento?**

En definitiva, el experimento permitió entender mucho de los principales procesos involucrados. Esto permite hacer cierta generalización y/o extrapolación de los resultados. La investigación para que resuelva problemas, trascienda y sea prolífica, debe estar pensada y diseñada de tal forma que genere información que permita entender los procesos involucrados.



Foto: INIA

**Ing. Agr. Walter E. Baethgen**

Senior Research Scientist, Líder para América Latina y el Caribe, IRI Columbia University, New York

*“Con modelación podemos planificar estrategias de manejo que nos permitan incrementar el carbono del suelo”.*

### ¿Qué aspectos puede destacar de este ensayo como estrategia de largo plazo?

Los experimentos de largo plazo muchas veces son difíciles de conservar, porque con el paso del tiempo el propósito inicial empieza a perder sentido. Es necesario lograr un balance entre lo nuevo que se incorpora y lo que se conserva del planteo original. Lo que fue interesante en este caso, es que Lavalleja Castro formuló este ensayo con varios propósitos; se trataba de una época en que el productor utilizaba sus mejores campos para cultivo y el resto para ganadería, por lo que la rotación no existía.

La manera de descansar un suelo agrícola era mediante barbecho. De hecho, los mismos campos del experimento de largo plazo habían sido manejados de esa forma anteriormente. Con el paso del tiempo, el tema de rotaciones de cultivos con pasturas quedó incorporado y se avanzó en nuevos ajustes como la incorporación de otros cultivos, la siembra directa, etc. Todo esto se hizo con la flexibilidad necesaria, pero sin perder el rumbo original.

### ¿Cuáles son los contenidos más valiosos del ensayo?

Son distintos contenidos que se relacionan entre sí. Por un lado, los cambios en el carbono del suelo son muy difíciles de medir en parte porque son muy lentos. Cuando se cuenta con 60 años de mediciones, entonces estamos ante información muy robusta y este es un aspecto central.

La limitante para medir el carbono del suelo puede suplirse hoy en día con el uso de modelos, pero para que esos modelos sean confiables debemos ajustarlos y probarlos con buenos datos observados y eso es algo muy valioso que nos ofrece el ensayo. Hemos calibrado un modelo que nos permite estudiar el carbono y lo hemos validado prediciendo el comportamiento de otros sistemas que no formaron parte de la calibración.

De esta manera, podemos inferir para un determinado suelo en qué plazos podemos esperar mejoras a través de manejos específicos, como por ejemplo una determinada proporción de cultivos y pasturas a través del tiempo.

Otro aspecto importante es el tamaño de las parcelas del ensayo, que alcanzan la media hectárea y permiten trabajar con equipos similares a los que se usan en predios comerciales. Esto es importante para que los productores vinculen de mejor forma los resultados del ensayo con el manejo que hacen en sus predios. Al mismo tiempo, este tamaño de las parcelas ha permitido implementar experimentos dentro de las mismas, sobre temas como erosión, control de malezas y enfermedades, entre otros. De esta forma, el ensayo tiene enorme valor a nivel mundial y gran capacidad de contribuir a diferentes desafíos.

### ¿En qué aspectos se espera que el ensayo pueda contribuir en adelante?

Un gran tema al que se requiere dar respuesta son las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agropecuario. En este sentido, existen medidas agronómicas con muy buena capacidad para remover carbono de la atmósfera (capturándolo en el suelo y ayudando a limpiar la atmósfera). En base a modelación podemos planificar estrategias de manejo que nos permitan proyectar un incremento de carbono del suelo al promocionar su secuestro.

Se trata de una potente herramienta para la toma de decisiones a diferentes niveles. El mundo debe avanzar en estímulos que favorezcan a la producción incorporando estos criterios que incorporan un valor agregado ambiental. De esta manera, mientras producimos alimentos estamos contribuyendo con un servicio de mitigación del Cambio Climático. Necesitamos seguir profundizando esta línea de trabajo con una mirada amplia y colaborativa.



Foto: INIA  
Figura 8 - Visita de delegación china al ensayo

## DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES A FUTURO

Sin dudas este experimento nos ha permitido aprender y todavía hoy continuar aprendiendo sobre el comportamiento de variables muy relevantes que hacen a la construcción de un sistema de producción sustentable. INIA y otros actores del país como la Udelar poseen plataformas o experimentos de largo plazo que contienen diferentes preguntas de investigación relevantes para los diferentes sistemas de producción del país.

en los sistemas de producción es fundamental para un país agropecuario, pensando en nuestros habitantes y nuestros consumidores.

La idea de concentrar esfuerzos de entendimiento de procesos básicos y aplicados en estas plataformas es fundamental para integrar disciplinas cada vez más variadas, en el conocimiento profundo del impacto que tienen los sistemas de producción.

En particular, para el experimento de Rotaciones los cambios generados en las rotaciones agrícolas en los últimos años vuelven a mostrar la importancia de contar con información robusta sobre la inclusión de pasturas de diferente duración y sus impactos en la productividad de los cultivos, la calidad del recurso suelo y los posibles efectos ambientales negativos que se pueden evitar o generar. Esto es, un material experimental generado hace 56 años dando soporte a información valiosa para los sistemas de hoy y mañana.



Foto: INIA

**Figura 9** - Imagen de dos parcelas consecutivas de la chacra 20 de la Unidad del Lago, donde en el año 2000 se instaló un sistema agrícola bajo riego para estudiar variables asociadas que complementan el ensayo de rotaciones.

En particular, en el caso de INIA se ha generado el concepto de Plataforma Agroambiental para referirse a la suma de todos los experimentos de largo plazo que posee la Institución, incluyendo obviamente el ensayo de Rotaciones.

Así, se analizan además rotaciones hortícolas (INIA Las Brujas), rotaciones de cultivos bajo riego (INIA La Estanzuela) rotaciones arroz-pasturas y ganadero agrícolas (INIA Treinta y Tres) y sistemas de manejo bajo pastizales naturales (INIA Tacuarembó e INIA Treinta y Tres), estas últimas en desarrollo. La institución ha decidido jerarquizar estas plataformas experimentales porque el entendimiento de variables productivas y ambientales



Foto: INIA

**Figura 10** - Perfiles de suelos de los diferentes sistemas exhibidos en INIA La Estanzuela. En el lugar se aprecia claramente la mayor profundidad en la exploración de raíces de los sistemas con mayor ocupación de pasturas.

Por supuesto, en estos años han surgido otros experimentos “satélites” que intentan responder preguntas específicas sobre la inclusión de diferentes prácticas de manejo, nutrición de cultivos, pero la vigencia de la información que brinda este experimento es incuestionable.

Así como el experimento ha sido la base para desarrollar y adaptar indicadores de calidad de suelo de diferente tipo (como ej. el potencial de mineralización de nitrógeno) aprovechando la variabilidad ya generada, es un excelente material para avanzar en los temas ambientales como la reducción de pérdidas de suelo por erosión, el conocimiento en profundidad de procesos químicos, físicos y biológicos, y la integración de la economía para poner números a la degradación de los suelos y su relación con la productividad de los cultivos. En definitiva, nuestro país requiere poner contenido y números al concepto de intensificación sostenible y esa información es vital para tomadores de decisiones públicos y privados.

El otro concepto importante es colocar en la vidriera del mundo científico este material experimental a través de



**Figura 11** - Recorrida junto a productores y técnicos integrantes del Consejo Asesor Regional de INIA La Estanzuela.

publicaciones e integración en redes con otros centros en el mundo. Así, es de destacar el intenso intercambio entre INIA y centros como Rothamsted Research en el Reino Unido, que posee los experimentos de largo plazo más antiguos del mundo. En ambos casos, pensando siempre en brindar conocimiento y oportunidades de mejora para los sistemas productivos del futuro.

## LA VISIÓN DESDE LA REGIONAL

**DMV MSc Darío Hirigoyen**

*Director de INIA La Estanzuela*

*“Es un orgullo dar a conocer el proceso de creación de plataformas agromedioambientales que figuran entre las primeras de Latinoamérica”.*

En la Estación Experimental de INIA “La Estanzuela”, tuvo lugar en el año 1963 la fundación de “un experimento de largo plazo”, que posiciona a la organización, y al país en la primera vidriera viva testimonial; con el propósito de dar respuesta, e interpretar las consecuencias que tienen las distintas prácticas agrícolas en el suelo, con una mirada medioambiental, productiva y económica.



Se originaba de la mano del Ing. L. Castro, la rotación agrícola que permitió seguir el impacto de la labranza y la rotación de los cultivos y cultivos-pasturas en el tiempo. Más recientemente, en el año 2000, en la chacra 20 de la unidad del lago, se instaló un sistema agrícola bajo riego que permite igualmente monitorear variables asociadas a esta forma de producción, hasta nuestros días.



Figura 12 - Los funcionarios de INIA hacen un aporte valioso al funcionamiento del ensayo.

Los actuales problemas de degradación del suelo y el compromiso de la producción de alimentos para consumo humano y animal no son nuevos; se reflejan ya en los Vedas o textos antiguos que datan de más de 5000 ac. Es sabido que las civilizaciones amenazaban su supervivencia por un uso inapropiado del recurso, llevando a compromisos como la extinción; tal es el caso de Sumeria en Mesopotamia, o La Maya o Inca en Meso y sur América.

El desafío de producir una agricultura sostenible debe en primer término para cualquier sociedad “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Para ello, se construyen estas vidrieras ejemplarizantes, que son miradas con perspectivas multidisciplinarias, interinstitucionalmente e incluso hoy internacionalmente con aportes de muchos investigadores de distintos países y continentes. Estos espacios com-

plejos multidimensionales, demandan el estudio desde distintas disciplinas, conduciendo y generando conocimiento y la formulación de nuevas preguntas y desafíos.

La necesidad imperiosa de establecer experimentos de largo plazo que demuestren la sostenibilidad de los procesos; que al mismo tiempo exploren el rendimiento de los cultivos, y analice la condiciones óptimas de fertilidad del suelo, fue ya avizorada en el pasado, y hoy expandida en todas las estaciones experimentales de INIA, asociadas a los sistemas productivos prevalentes en sus territorios.

Responder preguntas referentes a los cambios infligidos por contaminantes inorgánicos y orgánicos en cultivos y muestras de suelo desafiados con aportes a lo largo del tiempo, son entre otras las cuestiones que se pueden estudiar. Es un orgullo como integrante de esta experimental dar a conocer y poder asistir al proceso de creación de plataformas agromedioambientales que figuran entre las primeras de Latinoamérica emulando, otros experimentos monitoreados, que han tenido lugar en el mundo en el siglo XIX, como Rothamsted y Woburn (UK), Askov (Dinamarca), Grignon (Francia), Bad Lauchstädt (Alemania), y Morrow plots and Sanborn Field (USA).

Todas estas plataformas, requirieron y requieren ser sostenidas y mantenidas por las distintas administraciones que se sucedieron, las que asumiendo el compromiso y valorando responsablemente su cuidado, las proyectan al futuro.

En nuestro país, la producción de estas plataformas y la investigación que en ellas sucede, contribuye a soportar políticas públicas en base a datos e información obtenida, tal como ha sido los planes de uso y manejo de suelos incorporados en 2008 a la ley 15.239.

La ciencia y la metodología de exploración sobre ellas montadas, proporcionan certezas y garantizan la información con la que los decisores políticos formulan y decretan leyes; para ganar en credibilidad con los mercados compradores de nuestros productos y fundamentalmente para nuestros usuarios (productores), objetivo principal de la oferta tecnología que el INIA genera con el fin de preservar y hacer un mejor uso del recurso natural.

Varios de los trabajos de investigación más recientes en este experimento han sido conducidos por la Ing. Agr. MSc Valentina Rubio, y las Dras. Kathrin Grahmann y Raquel Barro. El actual mantenimiento y la colecta de observaciones se han logrado gracias al compromiso y apoyo de personal de INIA: Emiliano Barolín, Eduardo “Lalo” Vergara, Gualberto Soulier, el equipo del Laboratorio de Suelos, Julieta Mariotta, el equipo de la Sección Operaciones, el equipo de la Sección Malherbología.



Foto: Matías Oxley

# ARTRÓPODOS COMO BIOINDICADORES Y BIOMARCADORES PARA EVALUAR LA SUSTENTABILIDAD DE ROTACIONES ARROCERAS

Lic. Erika Núñez<sup>1</sup>, Lic. Dr Luis García<sup>2</sup>,  
Lic. M. Sc Mariángeles Lacava<sup>1</sup>, Lic. Dr Marco Benamú<sup>1</sup>,  
Téc. Agr. Fernando Escalante<sup>3</sup>, Ing. Agr. Dr Sebastián  
Martínez<sup>3</sup>, BQ Dr Leonidas Carrasco-Letelier<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario de Rivera Udelar

<sup>2</sup>Grupo Multidisciplinario en Ecología para la Agricultura,  
Centro Universitario Regional del Este (Udelar, Treinta y Tres)

<sup>3</sup>Programa de Investigación en Producción de Arroz - INIA

<sup>4</sup>Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental - INIA

Los organismos bioindicadores desempeñan distintos roles ecológicos y son susceptibles a cambios locales, constituyendo una valiosa herramienta para dimensionar impactos ambientales producidos por la agricultura. El desarrollo de rotaciones arroceras sostenibles demanda conciliar la productividad con la sostenibilidad de los ecosistemas que los albergan, objetivo de planificación que es compartido por la DINAMA, el MGAP y los productores.

## LA DIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS

Los cultivos agrícolas impactan y modifican el ecosistema original, alterando en consecuencia a las comunidades, poblaciones y organismos asociados. Algunos de estos organismos podrán permanecer en ese lugar

y otros no serán exitosos en lograrlo. En este marco, el grupo de organismos agrobiontes corresponde a aquellos con capacidad de adaptarse a los cambios, logrando sobrevivir y reproducirse bajo las condiciones generadas por el sistema de cultivo agrícola. Por el contrario, los organismos menos tolerantes optan por

## Los organismos bioindicadores sirven para relevar los cambios ambientales que ocurren en un ecosistema.

desplazarse fuera de la zona afectada o, directamente, no sobreviven. Los cambios descritos afectan directa e indirectamente la estructura (biodiversidad) y función del ecosistema en consideración.

Los organismos presentes en los diversos cultivos pueden informarnos sobre qué modificaciones ha sufrido el sitio. Así, en los lugares menos intervenidos vamos a encontrar una composición de organismos que en cultivos intensivos son menos abundantes o no están presentes. Estos cambios estructurales y funcionales en algunos organismos pueden ser cuantificados y así resumir la magnitud del cambio causada por el estrés ambiental, lo que los define como bioindicadores (Gerlach *et al.*, 2013). Aunque potencialmente muchos organismos pueden ser bioindicadores, estos deben cumplir con ciertas características de relevancia, como por ejemplo: 1) ser abundantes localmente, 2) ser fácilmente identificables y 3) ser relevables mediante métodos poco complejos. De esta forma, los organismos que sean muy abundantes localmente y comunes en distintos ambientes son mejores candidatos para actuar como bioindicadores.

### POTENCIALIDAD DE LOS ARTRÓPODOS COMO BIOINDICADORES AGRÍCOLAS

Los artrópodos (animales con patas articuladas y exoesqueleto rígido) son el grupo más diverso y abundante dentro del reino animal. Se encuentran presentes en todos los ecosistemas terrestres. Los artrópodos en los cultivos desempeñan distintos roles como ser fitófago-

gos, descomponedores, depredadores o polinizadores, entre otros. Aunque el rol de los artrópodos en la agricultura se ha enfocado fundamentalmente en su estudio como plagas o enemigos naturales, recientemente se ha demostrado que pueden tener un importante rol indicando las condiciones ecológicas de cultivos con distintos tipos de manejo.

Cabe aclarar que los bioindicadores encontrados pueden estar asociados tanto a ambientes prístinos como perturbados. Por ejemplo, algunos carábidos y arañas se encuentran fuertemente asociados a ambientes altamente perturbados como zonas de agricultura intensiva, mientras que otras especies son exclusivas de zonas de baja perturbación, como áreas de pastoreo con baja intensidad agrícola. La abundancia de los artrópodos en diferentes ambientes, incluyendo sistemas agrícolas, los convierte en candidatos adecuados para ser utilizados como bioindicadores. El valor de los distintos artrópodos como bioindicadores puede evaluarse mediante el índice de valor indicador (Dufrene y Legendre, 1997). El índice oscila entre los valores 0 a 100%, que relaciona la abundancia y la presencia o ausencia de los organismos en un determinado ambiente. De esta manera, los organismos con un valor indicador superior al 75% son considerados buenos indicadores, como por ejemplo algunas especies de arañas y carábidos.

El índice de valor indicador se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice de valor indicador} = \text{Fidelidad} \times \text{Especificidad} \times 100$$

La fidelidad representa la abundancia media del indicador en relación a los otros grupos, mientras que la especificidad se refiere a la proporción de sitios en los que el indicador está presente.

En Uruguay, algunos estudios preliminares han demostrado que las arañas y los carábidos (Figura 1), ambos depredadores de gran relevancia en agroecosistemas,



**Figura 1** - A) Araña lobo a la entrada de su cueva (foto A. Arroyave 2019), B) Araña lobo con crías (foto A. Arroyave 2019), C) Vista dorsal de carábido (D. Guzman, Entomopixel LLC. 2019).



AÑO	1		2		3		4		5		6	
ESTACIÓN	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI	PV	OI
Rotación 1	Arroz	P										
Rotación 2	Arroz	P	Soja	P								
Rotación 3	Arroz	P	Soja	P	Arroz	P	Sorgo					
Rotación 4	Arroz	P	P	P								
Rotación 5	Arroz	P	Arroz	P	P	P	P	P	P	P		
Rotación 6	Arroz	P	Soja	P	Soja	P	Arroz	P	P	P	P	P

**Figura 2** - Experimento de rotaciones arroz-otros cultivos y pasturas de la Unidad Experimental de Paso de la Laguna. El experimento consta de 6 rotaciones con duración desde 1 año (Rotación 1) hasta 6 años (Rotación 6). Niveles de intensificación arrocera, desde 100% (Rotación 1), hasta 33% (Rotación 6) del tiempo con cultivo de arroz. Abreviaciones: PV=primavera-verano, OI=otoño-invierno, P=pastura.

poseen un índice de valor indicador alto y serían bioindicadores potenciales de algunas prácticas de manejo agrícolas (por ejemplo, nivel de pastoreo e intensificación agrícola).

Las rotaciones arroceras, al igual que otros sistemas de cultivo, han sufrido un proceso de intensificación en los últimos años para incrementar la rentabilidad económica. Esta intensificación se puede considerar como un mayor uso o aporte de insumos agrícolas anualmente (semillas, fertilizantes, fitosanitarios) y/o por un mayor número de cultivos anuales realizados. Este es un proceso de intensificación que debería producir impactos ambientales diferenciados según el tipo de rotación arrocera. Una diversidad de situaciones productivas, con diferentes grados de intensificación en el uso de arroz, se encuentran representadas en el experimento de largo plazo de rotaciones arroceras de la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (INIA Treinta y Tres) iniciado en el año 2012 (Figura 2).

En este experimento de largo plazo, es posible relevar y validar bioindicadores de las comunidades de artrópodos, enfocados en grupos representativos de depredadores, para el seguimiento del proceso de intensificación de las rotaciones arroceras de Uruguay. Particularmente, es interesante relevar la existencia de artrópodos sensibles a esta intensificación, en particular a cargas o usos diferentes de fitosanitarios, según tipo de rotación.

### EFFECTOS LETALES Y SUBLETALES DE LOS FITOSANITARIOS EN LOS ARTRÓPODOS

Los fitosanitarios son compuestos químicos cuya función es desarrollar un proceso de intoxicación específico contra un organismo blanco (ej. maleza, plaga).



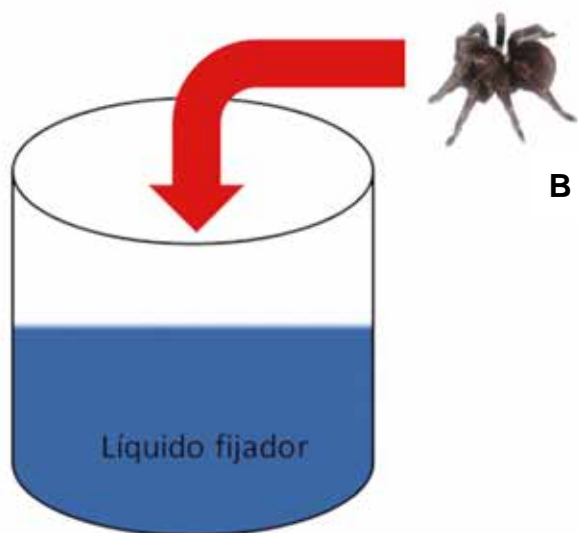
Foto: S. Martínez

**Figura 3** - Chinche de grano, una de las principales plagas del cultivo de arroz.

A



B



**Figura 4** - A) Ejemplo de trampa de caída ubicada en sistema de rotación de arroz. B) Mecanismo de funcionamiento de la trampa de caída. El artrópodo camina y cae a un líquido fijador. La trampa se ubica a ras del suelo (Foto: J. González 2019).

Sin embargo, poseen efectos colaterales, como la intoxicación de otras comunidades de organismos. Estos efectos pueden ser clasificados en: de toxicidad aguda, lo que implica la muerte en 24-48 horas de los organismos expuestos, o subletal, donde existen efectos sobre las funciones del organismo (por ejemplo, orientación, reproducción, reducción de lapso de vida, etc.). Un ejemplo de este tipo de intoxicaciones se puede ver en las abejas, perteneciente a los artrópodos, ya que desde el año 2009 vienen reportándose en el país casos de intoxicaciones letales y subletales atribuidos a algunos fitosanitarios usados en el litoral oeste.

Los artrópodos depredadores son un grupo de gran importancia en los sistemas agrícolas ya que consumen varias de las plagas que afectan a los cultivos, como por ejemplo lagartas y chinches, entre muchos otros. Dentro de los depredadores autóctonos más comunes encontrados en los cultivos se encuentran las arañas (orden Araneae) y los escarabajos carábidos (familia Carabidae).

Estos depredadores desarrollan efectos letales y subletales por la exposición a los productos fitosanitarios empleados en los cultivos, más que las plagas comunes. Esto se debe fundamentalmente a que los depredadores tardan un mayor tiempo en adquirir resistencia a los productos químicos, ya que se considera que tienen capacidades de detoxificación inferiores a las de las plagas. Así, los insecticidas pueden disminuir la población de arañas (depredadores importantes en los cultivos), al eliminar de manera directa las poblaciones locales. A nivel subletal, algunos fitosanitarios como el glifosato pueden reducir la voracidad, fecundidad y fertilidad en arañas (Benamú *et al.*, 2010), mientras que algunos insecticidas, como los neonicotinoides, afectan las propiedades de la tela (Benamú *et al.*, 2017).

Teniendo en cuenta que las arañas y carábidos son susceptibles al efecto de los fitosanitarios y siendo organismos benéficos frecuentes en las rotaciones arroceras, estos podrían ser utilizados como bioindicadores para evaluar el diferente grado de estrés desarrollado por las diferentes rotaciones arroceras del experimento de largo plazo de Paso de la Laguna.

#### LOS ARTRÓPODOS BIOINDICADORES Y LOS SISTEMAS DE ROTACIÓN ARROCERO

Para evaluar el potencial como bioindicador de las distintas especies de arañas y carábidos presentes en las distintas rotaciones, se llevarán a cabo muestreos periódicos empleando distintas técnicas como la de trampas de caída (Figura 4) dispuestas en los cultivos de las diferentes rotaciones arroceras. Los métodos de muestreo pueden variar también a lo largo del año y según la etapa fenológica del cultivo.

Las arañas y los carábidos son artrópodos bioindicadores importantes en una amplia variedad de cultivos a nivel mundial.



Foto: S. Martínez

**Figura 5** - Araña en lámina de agua de cultivo de arroz.

Las arañas y carábidos colectados en las distintas rotaciones, serán identificados a nivel de especie y luego se medirá su abundancia para estimar el índice de valor indicador para cada una de estas, el que será relacionado con las distintas rotaciones y los distintos niveles de intensificación. De esta manera, será posible identificar las especies bioindicadoras y, en consecuencia, las más susceptibles y las más resistentes a los distintos manejos.

Teniendo en cuenta la susceptibilidad de los artrópodos depredadores a los fitosanitarios, se estudiará si existen presiones selectivas/adaptativas diferentes -debidas a la intensificación de las rotaciones arroceras- que promovieron un cambio en la sensibilidad toxicológica de las poblaciones de artrópodos. Para esto se evaluarán, bajo condiciones de laboratorio, los efectos letales y subletales de los herbicidas e insecticidas (empleados en las distintas rotaciones) sobre los grupos de arañas y carábidos postulados como bioindicadores. Los efectos letales se medirán por exposición de los organismos a distintas concentraciones de los fitosanitarios más frecuentemente usados en las rotaciones, evaluar las tasas de mortalidad y así estimar la dosis letal media (DL50) de las especies evaluadas. En el caso de los efectos subletales, se medirán los cambios de las tasas de alimentación de arañas y carábidos, expuestos a dosis subletales de los fitosanitarios y sus mezclas.

Mediante este proyecto esperamos validar la sensibilidad de diferentes especies de arañas y carábidos como bioindicadores de estrés ambiental. Herramientas potenciales relevantes para monitorear rotaciones arroceras locales y documentar la sostenibilidad de los sistemas estudiados.

## USOS POTENCIALES DE LOS RESULTADOS ESPERADOS

El desarrollo de rotaciones arroceras sostenibles demanda conciliar la productividad con la sostenibilidad

de los ecosistemas que los albergan, objetivo de planificación compartido por DINAMA, MGAP y productores. Sin embargo, para jerarquizar las rotaciones arroceras en términos relativos a sus impactos ambientales, el desarrollo de bioindicadores permitirá tener un criterio objetivo para dimensionar los impactos ambientales producidos.

En términos tecnológicos, los resultados del estudio de los bioindicadores basados en las comunidades de artrópodos permitirán tener una medida local sobre las etapas/insumos (fitosanitarios) /manejos (inundación) que deben ser estudiados o reemplazados para reducir el impacto global de cada sistema de rotación.

En términos comerciales, el desarrollo de criterios objetivos y cuantificables basados en las comunidades de artrópodos posibilitará definir una estándar para comparar el impacto ambiental local con otros sistemas de producción de arroz (locales o internacionales). Esta información, si es validada por la Sustainable Rice Platform (SRP), permitirá diferenciar la producción de arroz nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

Benamú, M.A., Schneider, M.I., Sánchez, N.E., 2010. Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Alpaida-veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. *Chemosphere* 78, 871–876.

Benamú, M.A., Lacava, M., García, L.F., Santana, M., Fang, J., Wang, X., Blamires, S.J., 2017. Nanostructural and mechanical property changes to spider silk as a consequence of insecticide exposure. *Chemosphere* 181, 241-249.

Dufrene, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 65, 345–366.

Gerlach, J., Samways, M., Pryke, J., 2013. Terrestrial invertebrates as bioindicators: An overview of available taxonomic groups. *J. Insect Conserv.* 17, 831–850.



Foto: David Guzman, Entomopixel LLC

**Figura 6** - Carábido perteneciente al grupo de bioindicadores.



Foto: Diego Maeso

# APORTES EXPERIMENTALES PARA EL MANEJO DE LA NECROSIS DE LA MÉDULA DEL TOMATE

Ing. Agr. MSc Diego Maeso Tozzi<sup>1</sup>  
Ing. Agr. DSc Elisa Silvera Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Investigación en Producción Hortícola - INIA

<sup>2</sup> Departamento Protección Vegetal - Facultad de Agronomía (UdelaR)

La necrosis de la médula del tomate causa frecuentes pérdidas de plantas en plena producción en épocas con alto valor del fruto. Para su control, al igual que con otras bacteriosis del cultivo, se hacen aplicaciones de cúpricos, lo cual no es totalmente efectivo. Buscando contribuir al manejo integrado de esta y otras enfermedades del cultivo en el proyecto INIA FR 21 se están llevando a cabo trabajos de investigación sobre la identificación de patógenos y evaluación de métodos alternativos de control más sustentables.

En cultivos de tomate en invernáculo es frecuente encontrar plantas afectadas por lo que los productores llaman “médula o tallo hueco”. Son plantas que presentan marchitamiento, fundamentalmente en las horas más cálidas del día y resaltan por la coloración amarillenta de sus hojas basales (Figura 1). Al avanzar la enfermedad aparecen en porciones del tallo, pedúnculos y pecíolos, lesiones externas superficiales de color marrón oscuro-negruzco y de forma irregular (Figura 2).

Si se cortan los tallos de plantas enfermas, la médula y los vasos presentan color marrón, incluso en porciones donde aún no se observan síntomas externos y ahuecamiento total o en secciones (Figura 3).

Estos desórdenes internos generalmente están asociados externamente con el agrietamiento y la presencia de raíces adventicias (Figura 4). Generalmente las plantas enfermas se encuentran en focos, asociados



Foto: Diego Maeso

**Figura 1** - Amarillamiento de hojas basales.

con poca circulación de aire, goteras, salpicado, grandes heridas durante las labores de desbrote y deshoje y excesos en la fertilización.

Se trata de una enfermedad casi exclusiva de épocas con gran amplitud térmica (días cálidos y noches frías) otoño-primavera y de cultivos en invernáculos no calefaccionados.

En Uruguay es muy frecuente en la zona norte de producción (Salto y Bella Unión); sin embargo, no es raro que se registren ataques en los invernáculos del sur.



Fotos: Diego Maeso

**Figura 3** - Síntomas internos en secciones longitudinales de tallos.



**Figura 2** - Lesiones oscuras en raquis, pecíolos y tallos.

Fotos: Diego Maeso



Foto: Diego Maeso

**Figura 4** - Agrietamiento y formación de raíces adventicias.

Si bien la enfermedad no siempre afecta grandes extensiones del cultivo, avanzando casi exclusivamente en la misma fila, su importancia radica en que provoca la muerte de plantas adultas en plena cosecha en periodos de alto valor de la producción.

#### ¿AGENTE CAUSAL EN NUESTRO PAÍS?

Se han descrito a varias bacterias del género *Pseudomonas* (*P. corrugata*, *P. mediterranea*, *P. viridiflava*, entre otras) y *Erwinia* como las causantes de la necrosis de la médula del tomate. En nuestro país, inicialmente se pensó que era provocada por especies de *Erwinia*, pero estudios posteriores señalan a *Pseudomonas* spp. como las causantes.



Foto: Elisa Silvera

**Figura 5** - Apariencia en medio de cultivo de un aislamiento de *Pseudomonas* sp. obtenido de una planta con necrosis de la médula.

Lo anterior fue confirmado en un trabajo liderado por la cátedra de Fitopatología de Facultad de Agronomía (FAGRO), en el que se avanzó en la identificación de las bacterias involucradas. Actualmente, en el marco del proyecto INIA FR 21, se continúa trabajando en el tema y se ha aumentado el número de muestras analizadas, principalmente de la zona norte. Están en estudio 48 aislados tomados de plantas enfermas (Figura 5) a los que se les han realizado pruebas bioquímicas de laboratorio, de hipersensibilidad en tabaco y comprobado su patogenicidad en tomate.

La identificación se completa con análisis moleculares que involucran la amplificación, mediante PCR de las regiones de los genes constitutivos *rpoB*, *rpoD* y *gyrB* (Figura 6). El análisis filogenético de la secuenciación de los fragmentos amplificados permitirá conocer la relación de los aislados locales con cepas de otras regiones.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que la mayoría de los aislados pertenecen a *P. mediterranea* y solo unos pocos a *P. corrugata* y *P. viridiflava*.

El conocimiento del o los agentes causales es importante, principalmente por su implicancia en las medidas de manejo. Las diferencias entre ellos se traducen en diferencias en las medidas a tomar, principalmente aquellas de largo plazo como la resistencia varietal o de control cultural (condiciones ambientales óptimas, sensibilidad a químicos, etc.) que son específicas para cada bacteria en particular.

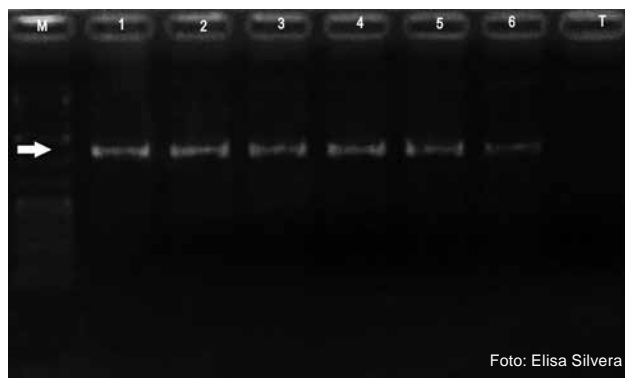


Foto: Elisa Silvera

**Figura 6** - Productos amplificados con cebadores del gen *rpoB* de los aislados de *Pseudomonas* spp. colectados. T: testigo. M: marcador 1kb. Flecha indica la banda de 1100pb presente en todos los aislados.

## MEDIDAS DE MANEJO: ALGUNAS ALTERNATIVAS EVALUADAS

En el manejo de esta enfermedad se deben tomar algunas precauciones que también son útiles para muchas enfermedades del cultivo. Nos referimos principalmente a varias medidas culturales, cuyo valor muchas veces se reconoce pero no se aplican y ahorrarían muchos dolores de cabeza. En primer lugar, es importante mejorar el ambiente del interior del invernáculo, aumentando la ventilación, previniendo goteras, condensación u otras fuentes de salpicado. Cuando se realizan el desbrotado y deshojado es imprescindible no ocasionar grandes heridas y los cortes siempre deben ser “limpios” sin dejar “desgajes”. Tampoco se debe abusar de la fertilización nitrogenada o con materia orgánica ya que se ha demostrado que favorece a esta enfermedad.

La aplicación foliar de cúpricos es la medida tradicionalmente utilizada por nuestros productores para prevenir enfermedades bacterianas, sin embargo, es importante conocer que tiene algunas desventajas. El cobre puede ser fitotóxico, su acumulación en follaje enlentece el desarrollo de la planta lo cual es negativo cuando se busca precocidad en la cosecha.

Los residuos de cobre se acumulan en el suelo y son de difícil degradación. Si tomamos en cuenta que los invernáculos permanecen varios años en el mismo lugar, se pueden alcanzar niveles tóxicos para el cultivo y un impacto ambiental negativo (efecto sobre la microflora y microfauna del suelo). La aplicación reiterada también promueve el desarrollo de cepas de bacterias resistentes, lo que contribuye a que no siempre se logre un control efectivo.

Actualmente se han desarrollado productos comerciales que promueven mecanismos de defensa de las plantas (resistencia sistémica adquirida, SAR, o resistencia sistémica inducida, ISR). Algunos de ellos se encuentran disponibles en nuestro mercado y han sido evaluados en INIA Las Brujas para el manejo de las enfermedades bacterianas del tomate (Figura 7).

Específicamente, para el manejo de la médula hueca del tomate se realizaron tres experimentos bajo cubierta plástica (2015-2016) en los que se incluyeron productos a base de *Bacillus subtilis* (*Nacillus* y *Baktillis*), quitosano (Biorend), hidrácido de ácido cítrico (Bio D) y acibenzolar S metil (Bion), los cuales fueron comparados con un testigo sin tratar y aplicaciones de hidróxido de cobre (Hidro cup).



Foto: Diego Maeso

**Figura 7** - Vista general de uno de los experimentos en el uso de inductores de resistencia para el manejo de necrosis de médula.

**Cuadro 1** - Porcentaje de plantas de tomate enfermas con médula hueca en los experimentos 1 (agosto-diciembre 2015), 2 (marzo-agosto 2016) y 3 (agosto-diciembre 2016) a 20, 14 y 17 días pos inoculación (dpi)

Tratamiento	Composición	Dosis producto en 100 l de agua	Experimento <sup>1</sup>		
			1 20 dpi	2 14 dpi	3 17 dpi
Nacillus pre inoculación	cepas de <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> y <i>Brevibacillus brevis</i>	330 g	43	48	31
Nacillus pos inoculación	cepas de <i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> y <i>Brevibacillus brevis</i>	500 g	35	58	61
Baktillis pre inoculación	cepas de <i>B. subtilis</i>	300 g	40	35	38
Baktillis pos inoculación	cepas de <i>B. subtilis</i>	500 g	30	60	55
Hidrocup	hidróxido de cobre 77%.	300 g	43	70	50
Biorend Cu	quitosano + sulfato de cobre pentahidratado	300 ml	65	58	40
Bion	acibenzolar S metil.	5 g	43	35	43
Bio-D	quelatos de hidrácido de ácido cítrico de Mn y Zn	500 ml	23	40	24
Testigo sin tratar	---	---	60	83	78

Los compuestos inductores de resistencia constituyen una alternativa promisoría que permitirán la gradual sustitución de las aplicaciones de productos a base de cobre en el manejo de las enfermedades bacterianas del tomate.

En general, estos productos actúan induciendo mecanismos naturales de defensa de las plantas frente a patógenos, los cuales se señalan como sistémicos, inespecíficos y duraderos. Nacillus y Baktillis fueron aplicados al follaje en dos dosis, una baja (300 g/100 l), comenzando las aplicaciones previo a la inoculación con la bacteria y una más alta (500 g/100 l) comenzando las aplicaciones a la semana de la inoculación (pero previo a la aparición de síntomas).

Las aplicaciones del resto de los productos se iniciaron previo a la inoculación. En total se realizaron 3-6 aplicaciones foliares preinoculación (dependiendo del experimento) y dos posinoculación.

En el cuadro 1 aparecen las dosis utilizadas y el porcentaje de plantas con síntomas externos de la enfermedad observado luego de 14-20 días de la inoculación. Todos los tratamientos presentaron menores valores que el testigo sin tratar. Si bien el control de la enfermedad no fue total, se muestra el potencial de este tipo de productos en el manejo de enfermedades bacterianas en tomate con efectividad similar al control estándar (cúpricos), pero sin sus desventajas.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los avances obtenidos hasta el momento en el conocimiento de esta enfermedad se suman a los esfuerzos realizados para lograr un manejo integrado de las enfermedades de tomate bajo invernáculo en su conjunto. Para ello se está trabajando en medidas a largo plazo, como la resistencia varietal a través del mejoramiento genético y la incorporación de métodos sustentables que reemplacen o complementen a los en uso actualmente.

El proyecto INIA FR 21 continúa una línea de trabajo de INIA con ese objetivo y, en el caso particular de esta enfermedad, permitirá confirmar la identidad de el o los agentes causales en nuestro país, seleccionar cepas representativas para ser utilizadas en la búsqueda de variedades locales resistentes. A la vez, permitirá generar información que facilite el uso de productos inductores de resistencia, sustituyendo la aplicación de productos a base de cobre para la prevención de ésta y otras enfermedades bacterianas del cultivo.

Es fundamental que los compuestos inductores de resistencia formen parte de un manejo integrado, acompañados con el uso riguroso de medidas culturales preventivas.





Foto: N. Zunini

# FPTA 342: Manejo integrado de plagas y enfermedades en productores citrícolas familiares

Ing. Agr. Carolina Fasiolo<sup>1</sup>, Ing. Agr. Franco Bologna<sup>2</sup>,  
Ing. Agr. Javier Texeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Técnica Sectorial - INIA Las Brujas

<sup>2</sup>Equipo Técnico del Proyecto

<sup>3</sup>Sociedad Fomento Rural de Salto

En el contexto actual de cuidado del medio ambiente, la inocuidad de los alimentos y la salud de los trabajadores, productores citrícolas de la Sociedad de Fomento Rural de Salto avanzan hacia sistemas de producción más sustentables.

El sector citrícola se caracteriza por concentrar el 57% de la producción en cinco empresas, pero en contra partida el 69% de los productores son de pequeña escala (menos de 5 mil plantas) (MGAP-DIEA, 2018). Este estrato de productores actualmente tiene problemas tecnológicos-productivos y de rentabilidad que atentan sobre su sostenibilidad. Una de las limitantes encontradas es el estado sanitario de los montes y la baja calidad de fruta producida, factores que son fundamentales para ser más competitivos tanto en el mercado interno como externo. El manejo sanitario de los montes es un tema que supera los límites prediales y muchas veces la atención debe contemplar también a los pre-

dios vecinos, abordando un manejo más regional de los problemas. Cuando se pone foco en las enfermedades y/o plagas cuarentenarias, la convivencia de predios con diferentes destinos comerciales se vuelve un tema a resolver, ya que las exigencias en general suelen ser distintas. En el contexto actual de cuidado del medio ambiente, la inocuidad y la salud de los trabajadores, resulta necesario acompañar a los productores hacia un sistema de producción más sustentable.

El proyecto es ejecutado por la Sociedad de Fomento Rural de Salto, y tiene como objetivos principales: implementar un Manejo Integrado de plagas y enfer-

medades en predios citrícolas que permita mejorar su estatus sanitario, poniendo especial énfasis en las enfermedades y plagas cuarentenarias; y mejorar la calidad de fruta a comercializar, sea en el mercado interno o externo.

## METODOLOGÍA

- Implementar en conjunto la oferta tecnológica ya disponible en el país, que apunte hacia un sistema de producción más sustentable económica, social y ambientalmente.
- Proporcionar monitoreo y asistencia técnica predial para acompañar la adopción de tecnologías por parte de los productores.
- Apoyar técnicamente la implementación de las tecnologías propuestas.
- Desarrollar capacitaciones, jornadas de campo y giras para conocer experiencias en la región.

## ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL MARCO DEL PROYECTO

Se viene desarrollando una propuesta de abordaje integral, específico para cada predio participante del proyecto, partiendo de la base que la asistencia técnica y el acompañamiento en la toma de decisiones de los productores son fundamentales para lograr cambios significativos en los sistemas productivos.

Con fondos del proyecto se ha adquirido maquinaria que es gestionada por el grupo de seis productores; esta estrategia ha facilitado la realización de tareas dentro de un manejo integrado del predio, que ayudan a controlar las enfermedades y plagas.

## CAPACITACIONES

### Riego y fertilización

Un factor importante para la producción de fruta de calidad es la cantidad de agua y nutrientes proporcionados durante el ciclo del cultivo. A los efectos de disponer de una actualización de los elementos para tener en cuenta para un uso eficiente de agua y nutrientes se realizó una actividad práctica en uno de los predios participantes del proyecto. La misma contó con la participación de técnicos privados y de larga trayectoria en el rubro.

En la actividad práctica se recordó cómo calibrar el equipo de riego por goteo, elementos a tener en cuenta para la fertirrigación, la importancia de conocer el pH del suelo y el pH del agua para la dinámica de los nutrientes en el suelo y en la solución.

Para acompañar dicha actividad los productores contaban con análisis de suelo y foliares de sus montes, lo



Foto: N. Zunini

**Figura 1** - Capacitación sobre enfermedades en citrus en el marco del proyecto, con la participación de técnicos de INTA.

que permitió comparar y discutir sobre los temas tratados y contar sus experiencias y diferentes situaciones. Estos análisis también fueron utilizados para realizar un plan de fertilización acorde a cada predio; lo que incluyó ajustar la cantidad de nutrientes y los momentos a utilizar, de forma de hacer un manejo más eficiente de la fertilización e incluso priorizar variedades con mayores requerimientos.

### Jornada sobre enfermedades en cítricos

Las enfermedades provocadas por hongos y bacterias han adquirido bastante atención en su manejo, principalmente en el sector exportador, pero también en los productores que venden su producción al mercado interno. Esto se debe a que algunos mercados limitan el ingreso de fruta con cierto porcentaje de síntomas provocados por distintos patógenos.

Es así que se planificó una jornada con énfasis en el manejo integrado de enfermedades como 'Cancro cítrico' y 'Mancha negra', contando con especialistas nacionales y regionales en la temática.

La jornada contó con una parte de salón en la mañana en donde técnicos de los INTA Bella Vista, Montecarlo y Concordia (Argentina), relataron su experiencia en el manejo de las enfermedades. Por su parte, los investigadores Elena Pérez, Leticia Rubio y José Buenahora por INIA Salto Grande, acompañaron la moderación e intercambios de la jornada (Figura 1).

A nivel de cada predio se desarrolla un abordaje integral, cuyos pilares son la asistencia técnica y el acompañamiento a los productores en la toma de decisiones.



**Figura 2** - Gira Técnica a San Pablo, Brasil, del 3 al 8 de Junio de 2019.

En la tarde se realizó una recorrida de campo en donde se visitaron dos predios; el primero fue una de las quintas de la empresa Milagro con destino exportador, y el segundo un predio del FPTA, perteneciente a Ruben Valiente, quien vende su fruta al mercado interno.

La jornada fue muy enriquecedora, tanto por el intercambio con técnicos de la región, como por la forma que ellos ven la problemática desde sus centros de investigación y extensión, y por el intercambio con los productores con dos enfoques de producción diferentes pero que conviven en una misma zona geográfica.

### Gira Técnica a San Pablo, del 3 al 8 de Junio de 2019

El grupo tuvo la oportunidad de participar de la “Semana de la Citricultura” en el Centro de Citricultura Sylvio Moreira, en la localidad de Cordeirópolis de San Pablo (Brasil). En la gira participaron los productores beneficiarios y el equipo técnico del proyecto. Durante esa semana el grupo asistió a charlas que abarcaron diferentes temáticas relacionadas al sector citrícola, desde mercados, mejoramiento genético, manejo del cultivo, manejo de enfermedades, entre otros.

En esta gira el equipo técnico priorizó concientizar a los productores sobre la problemática del HLB, enfermedad provocada por una bacteria que es transmitida por un insecto vector *Diaphorina citri*, que está presente en nuestro país, pero no así la bacteria que provoca dicha enfermedad. En la región se han extremado los cuidados y se han lanzado campañas de concientización de los productores y sociedad en general sobre la importancia de esta enfermedad para el sector citrícola. Se busca evitar el ingreso de materiales vegetales de países vecinos, y extremar los cuidados y monitoreos en plantaciones jóvenes.

En este sentido la gira a San Pablo fue muy provechosa, ya que esa zona ha sido muy afectada por el HLB, y le ha implicado erradicar montes con presencia de la enfermedad para evitar su avance. Los productores uruguayos tuvieron oportunidad de reconocer los síntomas

en las recorridas de campo y ver cómo es el protocolo de acción en caso de encontrar plantas con síntomas.

### CONCLUSIONES PRELIMINARES

La compra de maquinaria en conjunto de un grupo de seis productores ha facilitado la realización de tareas propuestas dentro de un manejo integrado de plagas y enfermedades.

Se ha mejorado la planificación de las tareas productivas.

El continuo intercambio del grupo de productores y asesor técnico ha significado un avance en la adopción de las tecnologías, al grado de mejorar la calidad sanitaria de la fruta y la productividad.

Las giras por experiencias productivas de la región han servido para fortalecer los vínculos y capacidades del grupo. Al mismo tiempo, han permitido conocer otras situaciones sanitarias de importancia como loes el HLB en países vecinos.

### AGRADECIMIENTOS

A todos los productores y técnicos que hacen posible este proyecto.

### La palabra de los protagonistas

“El proyecto FPTA es de gran ayuda para los pequeños productores citrícolas. Deberían integrarse más personas del sector para trabajar juntos en este momento tan difícil para la citricultura nacional. El aporte de herramientas proporcionadas por el Proyecto ha permitido un trabajo en mejores condiciones, buscando siempre elevar la calidad de nuestra a fruta. El viaje realizado a San Pablo nos ha permitido conocer de cerca la realidad que el HLB está provocando a la citricultura y por ende tomar conciencia de las buenas prácticas a incorporar para evitar esta problemática” (Graciela Cousin y Ruben Valiente, productores participantes del proyecto).



**Figura 3** - Graciela Cousin y Ruben Valiente durante una actividad del Proyecto.



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

# UNA VISIÓN ACTUALIZADA DE LA GANADERÍA II

## ¿Qué tan factible es cambiar la productividad vacuna del país?

Ing. Agr. PhD Juan Manuel Soares de Lima<sup>1,2</sup>,  
Ing. Agr. MSc Enrique Fernández<sup>1</sup>, Cr. Bruno Ferraro<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. PhD Bruno Lanfranco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Economía Aplicada

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Carne y Lana

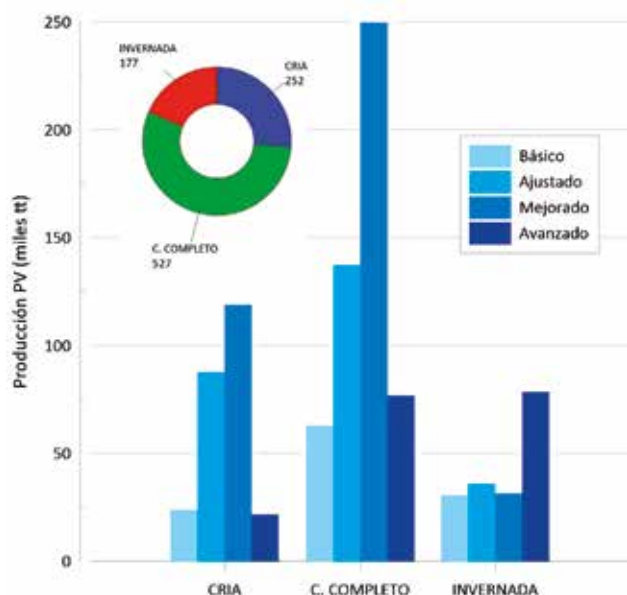
El reconocimiento de diferentes grupos de productores y su predisposición a la incorporación de tecnología, son aspectos fundamentales a la hora de analizar posibilidades de cambio técnico reales para nuestra ganadería en el corto, mediano y largo plazo. El presente artículo se enfoca en las dimensiones a considerar ante la eventualidad de cambio de los diferentes estratos y su impacto potencial a nivel de predio y del país.

### INTRODUCCIÓN

En una edición anterior de la revista (Nº 55), presentamos una caracterización de los productores ganaderos del país en base a la encuesta nacional ganadera del año 2016 (EGN), la cual fue combinada con métodos de simulación (Soares de Lima, 2009), para incorporar al análisis aspectos productivos que no fueron encuestados. De esta manera, la EGN aportó información real de los productores ganaderos respecto a su número, tamaño, orientación productiva y diversos aspectos

asociados con su forma de producir generando grupos o clusters definidos en base a ciertas variables. Mediante la combinación de esta valiosa fuente de información con resultados productivos y económicos obtenidos mediante simulación, los grupos así definidos fueron evaluados desde el punto de vista productivo y económico, aspectos que la encuesta no contempla.

El desarrollo de un índice tecnológico, generado en base a ciertas variables claves de adopción tecnológica en ganadería, fue el principal input que nos permitió



**Figura 1** - Producción de peso vivo a nivel nacional según orientación productiva (recuadro) y según orientación y nivel tecnológico.

identificar cuatro grupos o niveles tecnológicos crecientes, dentro de los que es posible clasificar a los predios ganaderos: básico, ajustado, mejorado y avanzado. A su vez, estos niveles se combinaron con las cinco orientaciones productivas identificadas a través de la encuesta: cría, cría + engorde de vacas, ciclo incompleto, ciclo completo e invernada. Esto determinó la construcción de una matriz constituida por las veinte combinaciones posibles entre “nivel tecnológico” y “orientación productiva”. Algunos análisis requirieron la agrupación de las orientaciones cría y cría + engorde de vacas dentro del gran grupo CRIA y ciclo completo e incompleto dentro de CICLO COMPLETO. En este contexto, la INVERNADA representa el tercer gran grupo, quedando la matriz reducida a 12 elementos.

La forma en que se procesó la distribución de productos en base a la superficie (según la EGN) y producción (obtenida por simulación), para cada casilla de esta matriz de NIVEL TECNOLÓGICO x ORIENTACIÓN PRODUCTIVA, se puede consultar en el artículo referido.

### ¿QUIÉNES Y CÓMO PRODUCEN EN URUGUAY?

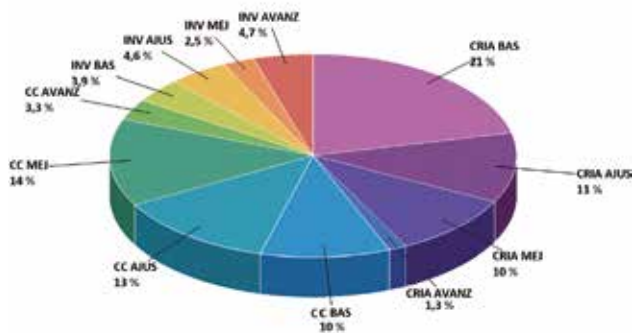
Sobre la base de estos tres atributos (cantidad de predios, área ocupada y producción), la figura 1 presenta la distribución de la producción total (en miles de toneladas de peso vivo) para cada uno de estos GRUPOS TECNOLÓGICOS ganaderos en el país.

Como se observa, el CICLO COMPLETO es responsable de más de la mitad de la producción de carne del país y puntualmente dentro de esta orientación, el

Cuando se produce un cambio productivo, este viene acompañado de un cambio de mentalidad o de actitud. El productor se lanza a incorporar una nueva técnica o proceso a su sistema de producción.

sistema definido como “mejorado” produce el 26% de la producción con sólo un 14% del total de productores (figura 2).

En general, las estimaciones del impacto de la aplicación de tecnología (incremento de praderas, suplementos, mejoras en la recría, etc.), se realizan alterando los valores base y evaluando el efecto resultante. El propósito de este trabajo es resaltar la complejidad de este proceso, al involucrar grupos de productores diferentes en muchos aspectos. Cuando se produce un cambio productivo, este viene acompañado de un cambio de mentalidad o de actitud y como resultado de esto, un productor (o grupo de productores definidos) se embarca en un camino de adopción de tecnología, se lanza a incorporar una nueva técnica o proceso a su sistema de producción. Si bien, en la práctica, este proceso de evolución lleva un tiempo y muestra avances muy sutiles en el corto plazo, el mismo puede simplificarse viéndolo como un determinado perfil de productor que avanza hacia un grupo tecnológico “superior”. El impacto productivo y económico de este tipo de cambio, es lo que se intenta presentar en este artículo.



**Figura 2** - Distribución porcentual de productores en los diferentes GRUPOS TECNOLÓGICOS (nivel tecnológico x orientación).

Para poner un ejemplo, consideremos un productor que realiza cría sobre campo natural, con un nivel aceptable de uso de tecnologías pero vendiendo las vacas de refugio. Si dicho productor decide realizar mejoramientos y engordar las vacas que descarta, estamos ante un productor perteneciente al grupo tecnológico AJUSTADO que cambia de categoría y pasa al grupo MEJORADO. Como consecuencia de ese cambio, pasa de producir 77 a 89 kg PV/ha de carne y su ingreso de capital (IK) se eleva de Sde 67 a 72 US\$/ha.

**DIMENSIONES A CONSIDERAR ANTE LA EVENTUALIDAD DE CAMBIO DE LOS DIFERENTES ESTRATOS**

Habiendo cuantificado y caracterizado los diferentes grupos de productores involucrados en la producción del país, podemos afirmar que existen diferencias muy significativas en los grupos de productores identificados bajo esta clasificación, tanto en las características que los definen, como en el potencial impacto producto de su desarrollo.

Muchas veces se discute la importancia de mejorar los indicadores reproductivos de la cría y su impacto tanto para el productor como para otros sectores ganaderos y para el país. Resulta tentador asumir que incrementando la tasa de destete en 10 puntos, el impacto país sería de tal o cual magnitud. Sin embargo, la evidencia empírica muestra que la cría aporta sólo un 26% del total de la producción ganadera (figura 1), pero es llevada adelante por un número muy alto de productores (44% del total, figura 2).

**Cuadro 1** - Posicionamiento de los grupos en las tres dimensiones planteadas frente a su promoción al siguiente grupo tecnológico.

	Básico a ajustado	Ajustado a mejorado	Mejorado a avanzado
<b>PREDISPOSICIÓN al cambio</b>			
CRIA			
C. COMPLETO			
INVERNADA			
<b>IMPACTO SOCIAL</b>			
CRIA			
C. COMPLETO			
INVERNADA			
<b>IMPACTO PAÍS</b>			
CRIA			
C. COMPLETO			
INVERNADA			

La mitad de esos productores (50%) se encuentran dentro del estrato BASICO, con muy bajos niveles tecnológicos e infraestructura pero, además, con un tamaño promedio de 188 ha.

A la vista de estos datos, la implementación de cambios que puedan “mover la aguja” tanto desde el punto de vista productivo como social, seguramente sea mucho más compleja que lo que muchos cálculos relativamente simplistas sugieren.

En esta línea, a la hora de plantear un programa de extensión que apunte al desarrollo de determinado grupo o perfil de productores, deben tenerse en cuenta al menos tres dimensiones del problema:

**Predisposición al cambio (PRED):** sobre este tema se ha discutido mucho a lo largo de los años y evidentemente es un tema muy complejo. El mismo requiere un abordaje multidisciplinario que incluya aspectos asociados a la edad, educación, aspectos actitudinales, financieros, etc.

**Impacto sectorial (SECTOR):** la combinación entre el número de productores identificados en cada grupo y el diferencial de ingreso a lograr por ser “promovido” al siguiente grupo, determina la magnitud de este punto. En términos generales refiere a qué relevancia económica sectorial (en términos de mejora del ingreso) tendrá un potencial desarrollo del grupo y en cierta forma apunta a justificar los costos asociados a eventuales políticas públicas de extensión.

**Impacto país (PAIS):** refiere al potencial de cambio en los números de la ganadería nacional (en términos productividad por ha promedio y producción total) que la evolución o desarrollo de determinado grupo podría traer aparejado. Está fuertemente asociado a la cantidad de productores, su escala y la productividad diferencial asociada al pasaje hacia el siguiente grupo

En el cuadro 1 se presenta cómo se posicionan los diferentes grupos (Orientación x Nivel Tecnológico) en estas tres dimensiones.

Predisposición al cambio, Impacto sectorial e Impacto país son tres dimensiones que deben tenerse en cuenta al plantear programas de extensión que apunten al desarrollo de determinado grupo o perfil de productores.

Para el grupo de CRIA y nivel BÁSICO, que cuenta con una elevada cantidad de productores, una promoción hacia el grupo AJUSTADO determinaría un incremento muy significativo de sus ingresos.

Del esquema podemos resumir lo siguiente para cada uno de los aspectos planteados:

**Predisposición al cambio (PRED):** basados en información actual extraída de la EGN, se destaca el grupo BÁSICO de muy baja incorporación de tecnología y alta carga, asociándose a una dificultad para realizar cambios en el manejo del predio. Su promoción al grupo AJUSTADO presenta mayor dificultad. Los siguientes grupos se asocian a un comportamiento más abierto ante los cambios; con cautela ante tecnologías que involucren uso de insumos e inversiones (grupo AJUSTADO) y más permeable a los cambios en el caso del grupo MEJORADO.

**Impacto sectorial (SECTOR):** el grupo de CRIA y nivel BÁSICO que exhibe un alto número de productores (figura 2), con baja escala productiva, bajos ingresos pero donde su promoción hacia el grupo AJUSTADO determinaría un incremento muy significativo de sus ingresos (56 USD/ha), es indudablemente donde la evolución a un escalón tecnológico superior tendría un mayor impacto a nivel de cambio en el ingreso y por ende, en la calidad de vida de los productores. En segundo lugar se encuentra el grupo BÁSICO de la orientación de Ciclo completo, con algo menos de productores, un diferencial de ingreso menor (35 USD/ha) y mayor escala de producción. En el caso de los demás grupos, o son grupos menos numerosos o el diferencial de ingreso es muy bajo, por lo cual su impacto social es sensiblemente más bajo.

**Impacto país (PAIS):** a la hora de analizar la magnitud del impacto productivo que tendría un ascenso en cada uno de los grupos hacia el siguiente, se toma en cuenta el número de productores, el tamaño promedio y el diferencial de cambio en kg PV por pasar al grupo siguiente. El grupo de CICLO COMPLETO MEJORADO es numeroso, tiene una superficie promedio importante y valores de incremento productivo altos, lo que determina el mayor impacto a nivel global. En un segundo lugar de importancia se encuentran los productores de CICLO COMPLETO AJUSTADO y en tercer lugar aparecen la CRÍA Y CICLO COMPLETO BÁSICOS y la invernada AJUSTADA.

Con muy poco impacto aparecen en cuarto lugar los demás grupos.

## DEFINIENDO ESCENARIOS DE CAMBIO Y SU IMPACTO A NIVEL DE PREDIO Y DEL PAÍS

El cuadro 1 presenta, en forma conceptual, la importancia (a distintos niveles) del cambio técnico si fuese aplicado en cada uno de los grupos identificados. Es evidente que tanto si se verifica una evolución "natural" de los grupos/productores como si hay programas de extensión dirigidos a algunos en particular, el cambio no se dará en un solo grupo ni será 100% efectivo. Lo que se plantea a continuación es analizar varios escenarios de cambio y evaluar los efectos resultantes a nivel productivo y económico.

Se debe aclarar que los efectos de los cambios propuestos en este análisis, son evaluados de forma simple. Exclusivamente, se asumen cambios en la producción e ingreso generado en los productores y el país. Esto implica que no hay efectos de cambio en el precio o en la orientación de los productores por excesos de oferta o demanda de determinados productos. Por ejemplo: si se promueve mediante políticas o subvenciones el cambio en los criadores BASICOS a AJUSTADOS esto determinará una mayor producción de terneros. Este análisis no asume que este incremento de la oferta pueda reducir el precio del ternero ni que productores criadores puedan pasarse a otras orientaciones o viceversa.

A continuación, se presentan los ESCENARIOS de cambio analizados:

**Escenario mayor PREDISPOSICIÓN:** basado en el esquema conceptual del cuadro 2 se promueven todos



Foto: Sociedad de Criadores de Hereford

**Figura 3** - El grupo de ciclo completo MEJORADO es numeroso, tiene una superficie promedio importante y valores de incremento productivo altos, lo que determina el mayor impacto a nivel global.

**Cuadro 2** - Indicadores a nivel país como resultado de los escenarios planteados

	Escenarios							
	BASE	1	2	3	4	5	6*	7**
Producción País (KgPV/ha)	95,7	103,4	97,5	99,2	101	104,5	111,9	124,3
Área mejorada (%)	11,6	15,6	11,6	11,6	14,9	17,9	18,9	21,7
Aumento del gasto en pasturas (%)	-	+56	0	0	+41	+64	+74	+102
Aumento del gasto en suplementos (%)	-	+39	0	0	+25	+35	+62	+82
Aumento de costo de Mano de Obra (%)	-	+20	+1	+3	+12	+18	+24	+36
Aumento en Margen Neto (%)	-	+1,7	+3,9	+8,6	+1,4	+4,7	+16,4	+15,2

\* Resultante de la promoción de todos los grupos excepto los de CRÍA AJUSTADA y MEJORADA.

\*\* Resultante de la promoción de todos los grupos.

los productores de mayor PREDISPOSICIÓN al cambio, es decir los correspondientes a los grupos MEJORADO que mediante incremento del área forrajera y adopción de tecnología, avanzan en el camino de la intensificación y pasan al grupo AVANZADO.

**Escenario mejora SECTOR (I):** como se muestra en el cuadro 2, se apunta a mejorar el ingreso de la mayor cantidad de productores, promoviendo el grupo CRÍA BÁSICO.

**Escenario mejora SECTOR (II):** se incluye el siguiente grupo en importancia numérica, es decir se promueven los grupos BÁSICOS de CRÍA y de CICLO COMPLETO.

**Escenario alto impacto PAIS (I):** se apunta a la promoción del CICLO COMPLETO MEJORADO.

**Escenario alto impacto PAIS (II):** se agrega además el CICLO COMPLETO AJUSTADO.

**Escenario de MÁXIMO INGRESO:** la combinación de “promociones” que maximiza el ingreso obtenido a nivel país.

**Escenario de MÁXIMA PRODUCCIÓN:** la combinación de “promociones” que maximiza la producción de carne a nivel país. Se incluye un incremento de un 15% en la productividad del grupo AVANZADO (que no tiene posibilidad de ser promovido a un grupo superior).

El cuadro 2 muestra los resultados de algunos indicadores ante los escenarios planteados.

Los resultados sugieren las mejoras productivas y económicas esperables tras los cambios propuestos en cada escenario. En el escenario 7, se logra un incremento de producción de 30%, similar al planteado por el proyecto SDSN para Uruguay (Schoob, M. et al, 2016). Los resultados de este escenario reflejan un alto impacto productivo, pero también evidencian un efecto

directo muy significativo del margen neto. Además, tendría consecuencias positivas en el agregado de valor y el ingreso de divisas a lo largo de toda la cadena cárnica (transporte, industria, comercio exterior, otros).

## ALGUNAS REFLEXIONES

El reconocimiento de diferentes grupos de productores, su importancia numérica, su relevancia productiva a nivel agregado, sus posibilidades de desarrollo por medios propios y su predisposición al cambio, son aspectos fundamentales a la hora de analizar posibilidades de cambio técnico reales para nuestra ganadería en el corto, mediano y largo plazo.

Estos elementos son de especial relevancia para los organismos de extensión y el Estado, quien tiene la responsabilidad de enfocar certeramente sus acciones dependiendo de los objetivos que tenga y de los sectores que quiera abordar mediante políticas públicas u otras iniciativas.

El éxito de cualquier campaña o programa de desarrollo seguramente esté condicionado por el grado de conocimiento del sector al que se quiera atacar, con especial relevancia de aspectos actitudinales, culturales y socio-económicos en general.

## REFERENCIAS

Instituto Plan Agropecuario. 2011. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. ISBN 978-9974-7603-2-5. 79 pág.

Bervejillo, J. et al. 2018. Resultados de la Encuesta Ganadera Nacional 2016, Anuario Opya, en prensa.

Soares de Lima, J.M. 2009. Modelo bioeconómico para la evaluación del impacto de la genética y otras variables sobre la cadena cárnica vacuna en Uruguay. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Valencia. 240 págs.

Schwoob, M.-H. et al. (2016). Agricultural Transformation Pathways Initiative - 2016 Report, IDDRI & Rothamsted Research.



# HERRAMIENTAS PARA POTENCIAR LA GANADERÍA SOBRE CAMPO NATURAL

Ciclo  
**DES  
TACA  
DAS**  
INIA 2019

Ing. Agr. Rebeca Baptista  
Ing. Agr. Joaquín Lapetina

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

La jornada realizada el 31 de octubre, perteneciente al Ciclo Jornadas Destacadas 2019, tuvo como objetivo mostrar la experiencia de INIA en el departamento de Durazno, junto a productores sobre mejoramientos de campo y sistemas de pastoreo, y contó con una numerosa participación de productores y técnicos de diferentes puntos del país.

Durante la mañana se visitó el establecimiento “Siboney”, de la familia Giménez - Jaunarena. Se trata de un predio de 100 hectáreas sobre suelo superficial, con un rol estratégico de los mejoramientos de campo bajo una visión del predio como sistema. Se concibe al campo natural como el principal recurso del predio, pero su productividad es relativamente baja en invierno y su calidad escasa en verano. “Nuestro objetivo es que los mejoramientos produzcan 50% más que el campo natural y que este último, mediante alivios, aumente su producción anual desde 4.000 a 4.400 kg/MS/ha”, expresó Miguel Giménez. El manejo de los mejoramientos incluye la promoción de las especies nativas, buscando un equilibrio que comienza desde la siembra, pasando por la altura de pastoreo y la semillazón, entre otros aspectos. Asimismo, se apunta a la planificación del pastoreo: “con la regla he venido afinando el ojo, hago 30-35 mediciones en zigzag y realizo el cálculo. Se calcula según especie, época del año y kilogramos de materia seca por centímetro de altura”, detalló.

Rafael Reyno (INIA), destacó la importancia de determinar el ambiente más adecuado para cada cultivar dentro del predio. En el predio Siboney, esto se logra en base a subdivisiones y una incorporación progresiva de cultivares complementarios. De esta forma, Lotus Rigel se encuentra capitalizando su muy buena productividad y tolerancia al déficit hídrico; Lotus Maku potencia la producción forrajera en ambientes bajos y húmedos. El Lotus anual INIA Basalto ha favorecido la cobertura de suelos muy superficiales y se adapta de buena forma al pastoreo; INIA E - Tanin logra muy buen equilibrio con el campo natural y se favorece cuando se le permite semillar.

En definitiva, cada mejoramiento aporta en una lógica de sistema tanto en el espacio como en el tiempo. En otoño es el INIA Rigel el que más aporta a la producción; en invierno la oferta forrajera proviene del INIA E - Tanin y del Maku, con el objetivo de evitar la suplementación en la recría.



Foto: J. Lapetina

**Figura 1** - Parada en el mejoramiento de Lotus Rigel durante la visita al establecimiento “Siboney”.

Durante la parición hay un buen aporte de INIA Basalto, ya que produce muy bien desde agosto. Con esta estrategia, el sistema ha podido aumentar desde 100 a 130 kg de carne por hectárea y bajar la suplementación.

Al cierre de la visita de la mañana, Marcelo Pereira, del Instituto Plan Agropecuario, explicó que el campo natural cumple la función de aportarle resiliencia al sistema, en especial frente a sequías. “Cada cinco años, la probabilidad de sequía en Basalto es 75%. Por eso los módulos de alta productividad forrajera tienen que basarse en principios ecológicos, como por ejemplo contar sectores de regeneración del campo natural y utilizar leguminosas que no sustituyan, sino que complementen el tapiz natural”, explicó. Pereira sostuvo que el objetivo debe ser otorgarle estabilidad al sistema: “debemos usar en los mejoramientos a las especies que mejor copian las estrategias de las leguminosas nativas. Lo que va a sobreponerse a las sequías en estas condiciones

es la vegetación nativa que se ha desarrollado a través de miles de años”, subrayó.

Por su parte, Rafael Reyno se refirió a la Red de evaluación de cultivares de INIA: “es una red de productores que se han asociado a INIA y que forman una plataforma para hacer conocer mejor una serie de variedades que estamos liberando al mercado. De esta manera, logramos ayudar a Miguel y él y su familia nos ayudan a nosotros en poner a prueba las variedades en condiciones comerciales. Lo principal es que ustedes como productores y técnicos puedan pensar qué rol pueden jugar estos mejoramientos en los predios y como integrarlos al campo natural para potenciarlo”, subrayó.

Durante la tarde, la actividad se centró en el predio “Las Cardillas”, de la familia Parodi - Haller. En este predio de 1094 hectáreas, el foco estuvo puesto en la sinergia que se logra a través de un manejo adecuado del campo natural con la incorporación de módulos de mejoramientos bajo pastoreo rotativo.

Del total del predio, 101 hectáreas se encuentran subdivididas en tres módulos de pastoreo que alcanza un total de 47 potreros. Cada módulo se utiliza con un lote independiente de ganado, con un manejo ajustado de los tiempos de descanso. En base a este manejo se ha logrado una persistencia de los mejoramientos de Trébol blanco y Lotus corniculatus que en algunos casos llega a los 20 años. Parodi hizo hincapié en la importancia del seguimiento de cerca de las pasturas: “el que aprende es el que recorre, ve más de cerca los animales y el pasto”, comentó.



Foto: J. Lapetina

**Figura 2** - Explicación del funcionamiento de los módulos de pastoreo en el establecimiento “Las Cardillas”.

### LOS APRENDIZAJES DE PARODI

*Cuando hablamos de módulos, lo mejor es comenzar con parcelas chicas que son más “manejables”, de esta forma la gestión del forraje se hace más fácil.*

*No hay que olvidarse del agua y de la sombra. El agua es lo que ordena el diseño del sistema rotativo.*

*Hay que recorrer el campo: agacharse para ver el tapiz y mirar de cerca las especies.*

*Este sistema se ha transformado en algo sostenible y de bajo costo.*

### Un dato curioso:

#### ¿CÓMO EMPEZÓ ESTA EXPERIENCIA?

El Ing. Roberto Parodi, visitó el módulo de Palo a Pique en INIA Treinta y Tres y regresó entusiasmado con lo que había visto. Con apoyo de los integrantes de su grupo CREA, los técnicos Walter Ayala y Raúl Bermúdez (INIA Treinta y Tres), y del Departamento de Desarrollo de la Intendencia de Durazno, presentaron e implementaron un proyecto que tuvo como objetivo repetir el módulo de palo a pique en un predio comercial.

Así nació esta experiencia que hoy tiene más de 20 años y ha servido a Parodi y otros productores y estudiantes a conocer más el campo natural y cómo optimizar su uso.

Walter Ayala destacó el balance de especies del tapiz mejorado y la importancia de que no exista un exceso de fósforo que desplace las nativas. Por otra parte, resaltó el empoderamiento de la tecnología que ha tenido este grupo de productores y el compromiso para incorporarla a sus sistemas.

Por más información sobre las características de los cultivares INIA acceda al siguiente enlace:

<http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/indexes.html>

Acceda a más información sobre la jornada en el siguiente enlace:

<http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-tacuaremb%C3%B3/Ganaderia-sobre-campo-natural>

# CRÍA VACUNA SOBRE CAMPO NATURAL: puesta a punto

Ing. Agr. Federico de Brum<sup>1</sup>,  
Ing. Agr. Pablo Varela<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Técnico Sectorial – INIA Salto Grande

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



Foto: N. Zunghi

Más de 200 participantes acompañaron la actividad destacada “Cría vacuna sobre campo natural” el 15 de octubre en el departamento de Salto (co gerenciada por los programas de Carne y Lana / Pasturas y Forrajes de INIA). La misma se inició en el establecimiento “El Charabón” de Pablo Guggeri y familia y continuó en la sede de la Sociedad de Fomento de Valentín. En momentos en que la cría atraviesa por un escenario de buenos precios y perspectivas a futuro, los asistentes pudieron apreciar el efecto de aplicar diferentes tecnologías en una empresa comercial para cumplir los objetivos planteados. En este sentido, se analizaron herramientas para manejar y potenciar el campo natural y tecnologías para lograr buenas performances reproductivas en el rodeo de cría.

## ACTIVIDAD DE LA MAÑANA

Luego de la bienvenida a cargo del Director Regional de INIA Tacuarembó, el Ing. Agr. Gustavo Brito, los Ing. Agr. Pablo y Mauricio Guggeri presentaron la empresa a los visitantes con ayuda del técnico del grupo CREA Viento Norte Ing. Agr. Martín Bartaburu. El Charabón se encuentra en el departamento de Salto, en el paraje Sopas. Posee un índice CONEAT promedio de 74 y tiene un 23,5% de área mejorada. En ovinos, la empresa se dedica al Merino de lana fina, siendo un rubro que representa una participación muy importante en los ingresos. En vacunos, el sistema de producción es de ciclo incompleto, por lo que la performance del rodeo de cría es de gran importancia. La empresa estableció un protocolo estricto, resultando en los últimos tres ejercicios un porcentaje de preñez al tacto de 93,5 y más del 80% de las preñeces logradas en el primer mes de entore. Durante la recorrida se mostraron diferentes categorías del rodeo de cría y mejoramientos de campo con Lotus Rincón y el nuevo cultivar desarrollado por INIA, *lotus angustissimus*, denominado INIA Basalto.

Guggeri mencionó los puntos clave de ese protocolo: buen peso al primer entore, prioridad a las vacas primiparas en cuanto al acceso a mejoramientos, destete temporario a todo el rodeo con ternero al pie, destetes tempranos en marzo, concentración de parición y venta de vacas que al diagnóstico resultan preñadas tarde.

## ACTIVIDAD DE LA TARDE

En el primer módulo, las presentaciones de pasturas estuvieron a cargo de los Ing. Agr. Martín Jaurena y Rafael Reyno, analizando las tres claves para el manejo del campo natural en primavera: i) cosechar pasto de calidad; ii) disminuir el riesgo de falta de forraje en verano; y iii) recuperar áreas sobrepastoreadas. Cerrando este módulo, el Ing. Agr. José Velazco recaló la importancia del primer invierno en la performance futura de la vaquillona.

En el segundo módulo la Ing. Agr. Graciela Quintans explicó la importancia de una buena planificación y monitoreo de la situación del rodeo y las herramientas a utilizar de acuerdo con los resultados obtenidos. Luego, el Ing. Agr. Mario Lema se centró en los aspectos a tener en cuenta al momento de planificar la compra de un animal mejorador: es importante conocer qué características apuntamos a mejorar y el uso de la información objetiva (como lo son las DEPs) en la elección. Finalmente, el Ing. Agr. Soares de Lima mostró el impacto económico positivo de la aplicación de los destetes temporario y precoz. La jornada culminó con una mesa de diálogo compuesta por Álvaro Méndez (productor CREA), el Dr. Méd. Vet. Eduardo Teixeira (profesional independiente) y el Ing. Agr. Emilio Duarte (técnico del Instituto Plan Agropecuario).

Para más información acerca de la jornada, visite [www.inia.uy](http://www.inia.uy)



Jornada Destacada INIA 2019

# HERRAMIENTAS BIOLÓGICAS PARA UNA PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICA

Ciclo  
**DES  
TACA  
DAS**  
INIA 2019

Lic. Mag. Mónica Trujillo  
Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

En el marco del ciclo de Jornadas Destacadas INIA 2019, el jueves 26 de setiembre se llevó a cabo en INIA Las Brujas la jornada “Herramientas biológicas para una producción agroecológica”. La actividad tuvo como objetivo difundir el desarrollo de herramientas biológicas en diferentes rubros, y demostrar el potencial impacto que pueden tener en generar una agricultura más sostenible. Participaron técnicos e investigadores de la Facultad de Agronomía, DIGEGRA e INIA y se contó con la participación especial del Dr. Paul Hepperly, investigador Fulbright y del instituto Rodale de Estados Unidos.

Con el objetivo de dar a conocer diferentes herramientas biológicas que hay disponibles, INIA organizó una jornada de divulgación dirigida a productores y técnicos, que apuntó a mostrar el potencial impacto que puede generar su utilización en pos de una agricultura más sostenible.

“Existe el desafío de una agricultura que sea más productiva”, pero también “más respetuosa del medioambiente, de la salud de los trabajadores y de los consumidores”, dijo el director de INIA Las Brujas, Santiago Cayota al dar bienvenida. En un contexto que incluye la recientemente aprobada ley de Agroecología, “desde INIA nos pareció importante dar un nuevo paso para seguir construyendo en esta línea”, agregó.

El programa cubrió una amplia gama de áreas de trabajo; desde la fijación biológica de Nitrógeno en cultivos de soja y en leguminosas forrajeras; o el desarrollo de insumos microbianos para la nutrición y protección de cultivos; a la propuesta de cultivos de servicios para en sistemas agrícolas – ganaderos; propuestas de control biológico en citrus, fruticultura y horticultura; el microbioma del suelo; y el control biológico en soja no transgénica. Además, desde Estados Unidos el especialista Paul Hepperly expuso sobre la experiencia del Instituto Rodale, las herramientas biológicas y su aporte a un nuevo enfoque de la producción agropecuaria.

El Gerente de Investigación de INIA, José Paruelo explicó que lo presentado en la jornada fue “un paneo muy

amplio” de herramientas biológicas, que están alineadas con políticas nacionales e internacionales que promueven transiciones agroecológicas. “Se buscar reducir la cantidad de productos químicos que se incorporan en los agroecosistemas y darle al enfoque agronómico una visión sistémica y de paisaje. No solo miramos una parcela en particular, si no cómo esta se integra con otros cultivos y al paisaje para determinar lo que termina ocurriendo con otros servicios ecosistémicos como la provisión de agua, el secuestro de carbono o la conectividad del paisaje para determinadas poblaciones de animales y vegetales que sea necesario preservar”.

Paruelo hizo referencia a los desafíos que surgen a partir de la sanción de la ley de Agroecología, aunque recordó que, a través de su Plan Estratégico Institucional, INIA tiene incorporados a su agenda temas como la intensificación sostenible, la preservación y la gestión de los recursos naturales, la inocuidad y la conservación de los alimentos, entre otros. En su opinión, INIA va a seguir aportando porque es “muy difícil pensar una transición agroecológica sin desarrollos tecnológicos específicos”. Añadió que “el sistema de ciencia y tecnología tiene una responsabilidad muy grande porque tiene que liderar y coordinar con otros actores la sistematización de conocimiento que pueda traducirse en nuevas prácticas”.

## INSUMOS AGROECOLÓGICOS

El Dr. Paul Hepperly (investigador Fulbright e Instituto Rodale) destacó en su exposición que la falta de suelo apropiado es la limitante principal del sistema de alimentación global, y que el éxito en agricultura ecológica demanda principalmente hacer foco en el suelo. Según el experto, “la materia orgánica es el insumo principal para el éxito en los sistemas agroecológicos”, por su habilidad para captar y aportar agua a los cultivos.

Hepperly hizo hincapié en que en la agricultura orgánica se reducen y eliminan compuestos sintéticos; a la vez que se promueven procesos biológicos. Además, como característica, “los sistemas agroecológicos dependen de la actividad y diversidad del propio sistema”, y que “los sistemas químicos resuelven problemas de corto plazo, pero también generan problemas a largo plazo”.

También reconoció que “Uruguay está haciendo grandes esfuerzos para hacer sus predios más naturales y reducir la dependencia del uso de plaguicidas” y mostró “mucho entusiasmo” hacia la actitud de los jóvenes; “ellos quieren hacer cambios y contribuciones de carácter biológico hacia una nueva agricultura (...) minimizando el uso de compuestos sintéticos que dañan el ambiente”.

Desde INIA, Carolina Leoni (Programa de Investigación de Producción y Sustentabilidad Ambiental), comentó que el objetivo es promover la intensificación ecológica, favoreciendo los procesos de regulación natural para tener un sistema más saludable.

Al referirse los cultivos de servicio en rotaciones agrícolas, Jorge Sawchik (Programa de Investigación en Cultivos de Secano) mencionó como ejemplo que entre los principales beneficios de las gramíneas se destaca el control de la erosión; de las leguminosas la fijación de nitrógeno; y de crucíferas la mejora de la propiedad del suelo.

Profundizando en el rol de las leguminosas, Elena Beyhaut (Microbiología de suelos) explicó que, para la agricultura, la fijación biológica de nitrógeno es el segundo proceso natural en importancia mundial luego de la fotosíntesis. Fernando Lattanzi (Programa de Investigación en Forrajes y Pasturas), detalló que el desafío es incorporar progresivamente cepas más competitivas y eficientes, sobre las que se ha demostrado para nuestras condiciones mejoras en la fijación de nitrógeno y la producción de materia seca.

Nora Altier (Plataforma de Bioinsumos) explicó que la plataforma que lidera trabaja con énfasis en el rol de microorganismos como insumos en la nutrición vegetal y en el control biológico de plagas.

José Buenahora (Programa de Investigación en Producción Citrícola) detalló el esquema de cría de Ageniaspis citricola, uno de los controladores biológicos utilizado sobre minador de citrus en nuestro país.

Roberto Zoppolo (Programa de Investigación en Fruticultura) sostuvo por su parte que, el principal desafío es el rediseño de los sistemas, para que diferentes herramientas biológicas puedan expresarse; y que ello requiere de un conocimiento más profundo de los sistemas y un seguimiento más en detalle de los diferentes procesos.

Para un mayor detalle de los temas planteados, en la página web de INIA ([www.inia.uy](http://www.inia.uy)) están publicadas las presentaciones y videos de la actividad.



Foto: I. Rodríguez

**Figura 1** - El director de INIA Las Brujas, Santiago Cayota (izquierda) y el Gerente de Investigación de INIA, José Paruelo (derecha), al cierre de la actividad.

# JORNADA DE MANEJO DE MALEZAS



**Figura 1** - Vista de los ensayos donde se analizaron diferentes manejos de malezas durante la jornada.

Ing. Agr. Ernesto Restaino<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Alejandro García<sup>2</sup>, Ing. Agr. Joaquín Lapetina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Cultivos de Secano y Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes

Más de 140 asistentes presenciales y 60 virtuales participaron de la Jornada de Manejo de Malezas organizada por INIA La Estanzuela el 19 de setiembre, que contó con el apoyo de FAGRO-UDELAR, INTA y la REM de Argentina.

Durante la mañana, el Ing. Agr. Alejandro García (INIA) expuso sobre “Manejo de malezas resistentes”, destacando la dispersión que están teniendo en nuestro país las poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. En este sentido, puso el foco en poblaciones de conyza, yuyo colorado y raigrás con resistencia a más de un modo de acción herbicida diferente (resistencia múltiple). Nuestro país cuenta con el desafío de entretecer este proceso mediante una combinación de estrategias culturales (rotaciones, densidad, etc.), mecánicas (rolado, labranza, etc.) y de manejo de los herbicidas.

La presentación “Cultivos en cobertura: aspectos a considerar para maximizar el control de malezas”, estuvo a cargo del Ing. Agr. Tiago Kaspary (INIA) y tuvo entre sus mensajes principales que lograr una buena cobertura es el “mejor herbicida”. En este sentido, compartió resultados experimentales de manejo de densidades de siembra de avena negra para maximizar el control de malezas, y desecación de la misma con bajas dosis de herbicidas y rolado. Durante la mañana también se realizó una recorrida de campo donde fue posible observar: i) los ensayos de densidad de avena negra y rolado para maximizar el control cultural de malezas, ii) el control de raigrás con herbicidas de uso en preemergencia de trigo, iii) la sintomatología de algunos de los herbicidas más usados actualmente en nuestros sistemas, y iv) el WEEDit, una de las tecnologías disponibles en el país para la aplicación inteligente de herbicidas. Por la tarde tuvo lugar la conferencia “Residualidad y acumulación de herbicidas en el suelo”, a cargo

del Ing. Agr. Hernán Panaggio, quien presentó trabajos en este tema realizados en la Unidad Integrada Balcarce (Unidad integrada por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Mar del Plata y el INTA Balcarce). Panaggio expuso sobre aspectos de la rotación de cultivos, las propiedades de los herbicidas con acción residual, los principales factores ambientales y del suelo que afectan la dinámica y permanencia de herbicidas en este; pudiendo afectar algunos cultivos en la secuencia.

La siguiente ponencia se denominó “Tecnologías de aplicación de herbicidas” y estuvo a cargo de la Ing. Agr. Juana Villalba, de la Facultad de Agronomía (Udelar). Villalba analizó los aspectos centrales que contribuyen a una buena aplicación, tales como la decisión técnica, la cobertura, las condiciones meteorológicas, la calidad de agua y la calidad de la aplicación. La especialista destacó que se debe utilizar la tecnología que implique menor riesgo ante la eventualidad que se presenten condiciones desfavorables.

El Ing. Agr. Martín Marzetti participó en representación de la Red de manejo de Plagas (REM - Aapresid), compartiendo la experiencia de esta iniciativa que cumplió diez años de funcionamiento en Argentina. Marzetti explicó la evolución y funcionamiento de la red para cumplir con sus objetivos generales:

- Ser una red de alerta y detección temprana para el estudio de los casos sospechosos, con la posterior comprobación científica de la resistencia.
- Difundir la problemática orientada a la prevención.
- Generar un sitio web que resuma la información generada sobre los casos estudiados.
- Coordinar acciones público-privadas para generar soluciones a las problemáticas de malezas.

La mañana del día siguiente se utilizó para realizar un taller que tenía por objetivo discutir la creación de una red de información nacional de malezas resistentes, bajo el lema: “Construcción colectiva de un sistema de diagnóstico, mapeo y divulgación de la información para el manejo de malezas problemáticas con foco en poblaciones resistentes a herbicidas”. Con la presencia de más de 40 técnicos de diferentes instituciones públicas y privadas y la participación de gerentes de la REM Argentina se reconoció la importancia y utilidad que tendría la implementación de un sistema de información para el manejo de malezas problemáticas en nuestro país y se acordaron los primeros pasos para avanzar en la creación de esta iniciativa.



Foto: A. Horack

Mejoramiento genético, manejo de suelos y bienestar animal fueron los temas que abordó el Instituto en la actividad enmarcada en el programa Conciencia Agropecuaria.

## INIA OFRECIÓ CHARLAS Y ABRIÓ LAS PUERTAS DE SU SEDE EN LAS BRUJAS PARA CAPACITAR A MAESTROS RURALES

Imagen Corporativa y Comunicación Institucional

Con el objetivo de abrir un espacio de intercambio con maestros rurales de todo el país donde dialogar sobre el trabajo que realizan en mejoramiento genético, manejo de suelos y bienestar animal, técnicos referentes del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) participaron del Segundo Encuentro Nacional del Departamento de Educación para el Medio Rural, una instancia coordinada por la dependencia educativa con el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) en el marco del programa Conciencia Agropecuaria.

INIA tiene un rol activo en el proyecto ministerial que se plantea promover el acercamiento y el diálogo entre el ámbito urbano y el rural, a través del trabajo con actores sociales que contribuya a la reflexión sobre temas como la importancia social y económica de las diferentes cadenas productivas. En este sentido, INIA participó de las cuatro jornadas del evento, que tuvo como sede central el Centro de Formación Agustín Ferreiro.

Para conocer de primera mano el quehacer de los investigadores, durante el tercer día de actividad INIA abrió las puertas de su estación experimental de Las Brujas para recibir a los docentes, que disfrutaron de un día de campo con charlas y una recorrida a las instalaciones del predio.

El director del Programa Nacional de Carne y Lana del Instituto, el Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni; la investigadora principal de la Unidad de Biotecnología, Ing. Agr. Victoria Bonnacarrère, y el investigador principal en genética vegetal y fitomejoramiento, Ing. Agr. Juan Carlos Gilsanz, lideraron las ponencias y respondieron a las consultas manifestadas por los maestros sobre sus respectivas especialidades.

Ciappesoni se centró en mejoramiento genético animal, especialmente en ganado vacuno y ovino. Explicó que las características de los animales se han ido modificando a



**Figura 1** - Izquierda: Charla sobre mejoramiento genético vegetal a cargo de la Ing. Agr. Victoria Bonnacarrère (INIA). Derecha: Charla sobre mejoramiento genético animal a cargo del Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni (INIA).

lo largo de los años a través de la selección y el cruzamiento de los mejores ejemplares de cada especie, lo que ha permitido obtener una mayor capacidad de producción de leche o volumen de carne, entre otras especificidades. “Siempre el interés es mejorar los ingresos de los productores, ofreciendo animales con características que los beneficien”, subrayó.

Por su parte, Bonnacarrère abarcó el mejoramiento genético vegetal y presentó algunas pruebas y técnicas aplicadas actualmente con el objetivo de aumentar el rendimiento y la calidad de la producción para lograr, por ejemplo, granos de soja con mayor cantidad de proteína, variedades que tengan mayor resistencia a patógenos o que requieran menor uso de agroquímicos.

Entre los múltiples mecanismos utilizados para llegar a estas metas, la investigadora explicó en qué consisten la edición génica y la transgénesis y subrayó los rigurosos procesos de control y regulación que existen para asegurar que cada alimento producido sea apto para consumo humano.

En tanto, Gilsanz, ofreció una charla sobre suelos. Explicó en qué consiste el laboreo reducido y el abono verde, dos medidas de manejo que se aplican en las plataformas de rotación de INIA y que apuntan a enfrentar los principales desafíos que se presentan actualmente en la producción: revertir procesos de degradación del suelo, mejorar la calidad del agua y evitar la pérdida de biodiversidad.

“Nuestros suelos están sufriendo procesos de erosión. Existen problemas de algas por exceso de fósforo debido a la actividad agropecuaria o industrial que van a contaminar nuestros cursos de agua. Para mitigar estas situaciones, podemos desarrollar prácticas de conser-

vación de suelos, sistematización de las chacras y laboreo conservacionista”, enfatizó.

Finalizando la jornada, INIA ofreció una visita guiada por diferentes espacios de la estación experimental, donde los docentes pudieron conocer los experimentos de cultivos bajo cubierta, a cargo de la Ing. Agr. Cecilia Berrueta, y el trabajo de investigación que se realiza en frutos nativos de la mano del Ing. Agr. Danilo Cabrera.

Los maestros resaltaron el valor de este tipo de actividades didácticas que les permiten aprender más acerca sobre temas que involucran a toda la población, como el mejoramiento genético animal y vegetal, para luego poder enseñarlo a sus alumnos utilizando conceptos más claros y basados en conocimiento científico.

El cuarto y último día del encuentro transcurrió en el Centro de Formación Agustín Ferreiro, los organizadores previeron un apartado sobre bienestar animal que estuvo a cargo de la Ing. Agr. Marcia del Campo, investigadora principal del Programa de Carne y Lana de INIA, especializada en el tema y en calidad de la carne.

La experta señaló que la educación es clave para cambiar ciertas situaciones que se presentan en la materia, “porque el buen trato hacia los animales involucra a toda la sociedad”, que se traduce en una mejora en la calidad de la carne que se exporta.

Explicó que el bienestar animal abarca el correcto cumplimiento de cuatro criterios fundamentales vinculados a la alimentación; el manejo y alojamiento; la sanidad, y el permitir a los animales manifestar sus comportamientos naturales. Afirmó que la implementación de buenas prácticas vinculadas a estos factores tiene un impacto directo sobre la productividad y la calidad de la carne y es importante desde el punto de vista ético. Además, la investigadora enfatizó que como país agroexportador Uruguay debe atender este tema, dado que los mercados que nos compran la carne están presionando cada vez más en lo que respecta a manejo animal y calidad de los procesos productivos.

“Nosotros, desde el punto de vista de la investigación, tratamos de aportar el enfoque científico, tecnológico y social, y las estrategias educativas no pueden estar ajenas a la realidad de que somos un país ganadero, productor y exportador, y que el único camino para la generación de valores sobre bienestar animal es la educación”, afirmó del Campo.

**Los maestros resaltaron el valor de este tipo de actividades didácticas, que contribuyen a una enseñanza con conceptos más claros y basados en conocimiento científico.**





# REVISTA INIA CUMPLE 15 AÑOS DE APORTES AL SECTOR AGROPECUARIO

Ing. Agr. MBA Diego Sotelo  
Director de Transferencia de Tecnología y Comunicación

El canal de comunicación de INIA más conocido y valorado por los productores y técnicos de todos los rubros cumple sus primeros 15 años y se plantea nuevos desafíos, apuntando a la cercanía del Instituto con sus usuarios.

En diciembre de 2004 se ponía en circulación el número 1 de la Revista INIA, concretando una iniciativa de la Junta Directiva de aquel momento, y con el esfuerzo de un equipo interno de muchas personas. En su primer editorial, el entonces presidente de INIA, Ing. Agr. Pedro Bonino indicaba que "... este nuevo canal, la Revista, se sumará a una estrategia de difusión que ha venido creciendo y madurando en el tiempo bajo diferentes modalidades, desde publicaciones a jornadas de campo, siempre articulándonos con las Instituciones especializadas en la transferencia. Un fecundo contacto con el medio que nos enriquece, que nos aporta y ayuda a mejorar nuestra gestión."

Luego de 15 años en los que Revista INIA ha salido ininterrumpidamente, podemos aseverar que se ha constituido en un canal muy potente de contacto con un conjunto muy amplio de públicos. Revista INIA es hoy un instrumento que se utiliza para enviar información sobre los avances de los trabajos de investigación en sus diversas áreas, y de las acciones con foco en transferencia de tecnología y difusión del Instituto, procurando un balance entre lo técnico y lo periodístico. Asimismo, es un canal central para la difusión y transferencia de las tecnologías generadas por

INIA, así como las generadas por toda la red de alianzas del INIA con otras Instituciones de investigación nacionales e internacionales, organismos públicos y privados, técnicos y empresas. Nos permite también, difundir información institucional, recomendaciones técnicas y herramientas a productores y técnicos.

El público prioritario para orientar los contenidos de Revista INIA lo constituyen los productores rurales, técnicos asesores, docentes y estudiantes de ciencias agrarias, ambiente y recursos naturales. A ellos se le suman otros públicos de interés del grupo institucional como gremiales rurales, organizaciones, instituciones, comisiones y las agroindustrias. También cumple un rol en el relacionamiento con los medios de prensa, ya que los periodistas encuentran valiosos insumos para su trabajo en ella. Finalmente, es importante mencionar, el rol secundario que cumple en la comunicación a la interna del INIA, pues permite a los diferentes estamentos de INIA (desde Junta Directiva al personal de campo y sus familias), estar enterados sobre los avances de los trabajos de investigación y transferencia de tecnología en sus diversas áreas.

Según la encuesta de relevamiento realizada a más de 800 productores y a 90 referentes institucionales, llevada a cabo por la consultora Equipos Consultores en el año 2017, la Revista INIA es el canal de comunicación más conocido y valorado por los productores y técnicos de todos los rubros. Este mismo relevamiento, demuestra la importancia que tiene la revista como canal de comunicación institucional para las localidades del interior y muy especialmente las localidades rurales. Esto no hace más que confirmar el importante rol de la revista para llegar a un público con menores posibilidades y acceso a otras alternativas de difusión de las tecnologías. Hoy contamos con una base de 22.419 suscriptores a los que gratuitamente se les envía impresa a sus domicilios la Revista INIA. A ellos se suma el envío digital, que alcanza un total de 21.016 suscriptores en la actualidad. Además, están aquellos lectores que prefieren acceder directamente por la descarga gratuita a través del portal inia.uy

**Revista INIA es un canal central para la difusión y transferencia de las tecnologías generadas por INIA, así como las generadas por toda la red de alianzas con las que el Instituto colabora.**

En los últimos cuatro números venimos incorporando cambios, con el objetivo de hacer cada vez más amena su lectura para hacer conocer, al tiempo que difundir, la valiosa y cuantiosa producción tecnológica de INIA.

## LA RENOVACIÓN DE LA REVISTA

A continuación, listamos algunos ejemplos de los cambios que estamos promoviendo:

- Se incluyen testimonios de productores y técnicos como protagonistas de actividades de difusión y de proyectos FPTA, poniendo foco en el proceso de uso y adopción de las tecnologías por parte de los mismos (de productor a productor).
- Se comienzan a incorporar paulatinamente en el diseño recursos de lenguaje para uso de público no experto como infografías y diagramas.
- Se incluye la nueva sección "Informe Especial": que busca conjugar investigaciones y acciones de transferencia de tecnología llevadas adelante por INIA, incorporando resultados físicos y económicos consistentes de varios años de trabajo, con foco en el sistema de producción. El hilo conductor del informe puede ser, tanto la experiencia de un Programa de Investigación, como una temática transversal relevante para INIA y el sector (Cambio Climático, Bienestar Animal, Plataformas de Largo Plazo, Módulos de Proyectos, etc.).

- Se introducen cambios en la imagen de tapa y se agregan textos.
- Se incorporan párrafos introductorios debajo de los títulos en todos los artículos técnicos que difunden avances y/o resultados de investigación.
- Se introducen "destaques" en todos los artículos técnicos que difunden avances y/o resultados de investigación.
- Se apunta a la máxima calidad de las imágenes.
- No se incluyen cuadros ni gráficos de alta complejidad para el lector.
- Todas las fotografías cuentan con pie explicativo.
- Se disminuye la extensión máxima de los artículos, apuntando a transmitir los mensajes de manera más condensada y permitiendo una mayor variedad de contenidos en un mismo ejemplar.

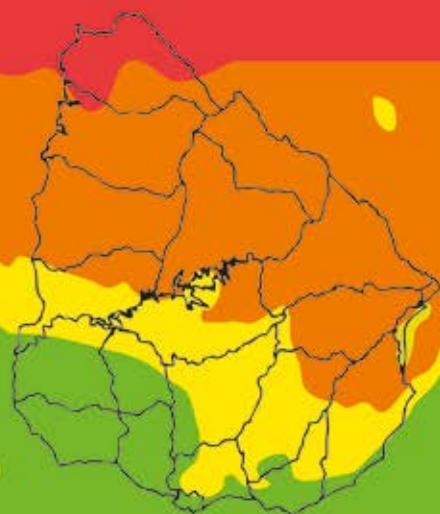
## LOS NUEVOS TIEMPOS EXIGEN FORTALECER EL VÍNCULO REVISTA INIA CON EL PORTAL INIA.UY Y LAS REDES SOCIALES

Para ello estamos potenciando el diálogo de la revista con la web, articulando con las posibilidades de acceso a través del celular por parte de los productores, técnicos y estudiantes, difundiendo sus contenidos a través de las redes sociales.

Revista INIA en su versión impresa se distribuye gratuitamente por envío postal, mientras que a nivel digital se distribuye a través de newsletter y Twitter. Sumado a ello, se carga en el sistema de publicaciones AINFO y se anuncia en el portal web inia.uy. Esto genera gran difusión e impacto. Luego, se promocionan los artículos individuales por Twitter, vinculándolos siempre al portal inia.uy permitiendo llegar a públicos más específicos. En la medida que se obtengan los resultados del proceso de optimización del portal inia.uy, se profundizarán estas acciones de difusión a través del uso de otras herramientas digitales (Facebook, Instagram, LinkedIn, otras).

Queremos agradecer muy especialmente a todos nuestros lectores y a los funcionarios de INIA, que son quienes con su trabajo y compromiso generan número a número los contenidos de nuestra revista. En particular, a los colegas de la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA que han liderado este proceso y han contribuido a consolidar este potente canal de contacto con un conjunto muy amplio de públicos. Estamos en un proceso de mejora continua de la estrategia de transferencia de tecnología y comunicación de INIA, dentro de la cual, Revista INIA en sus primeros 15 años de vida ha jugado un rol preponderante aportando valioso conocimiento al Sistema de Innovación Agropecuario.

# PREVISIÓN DE ESTRÉS CALÓRICO EN BOVINOS: CARNE Y LECHE



INIA  
URUGUAY



## ¿Cómo acceder y cómo usar la herramienta?

1

Acceda con su celular al enlace correspondiente según su sistema de producción.



CARNE

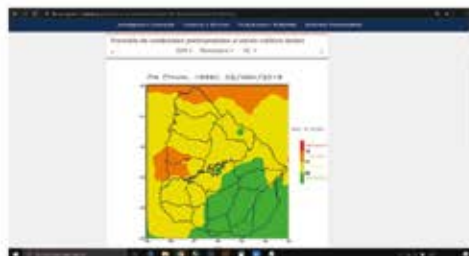


LECHE



2

Al abrir la herramienta, aparece el pronóstico para el día actual. Seleccione otra fecha de consulta y el mapa de previsión se generará automáticamente.



3

Utilizando las flechas laterales a ambos lados de la fecha, usted puede desplazarse a través de días consecutivos y visualizar los mapas hasta de los próximos siete días. Los mapas generados se conservarán en la misma web, generando una información histórica que podrá ser consultada con posterioridad.

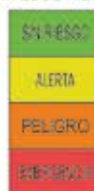


4

**Interpretación del mapa para el riesgo de estrés calórico:** los colores definen el nivel de riesgo: verde = sin riesgo, amarillo = alerta, naranja = peligro y rojo = emergencia.



NIVEL DE RIESGO



5

**Medidas de manejo recomendadas:**

Debajo de cada mapa usted dispondrá de las medidas recomendadas por INIA para ganado lechero y de carne ante condiciones que pueden producir estrés calórico en los animales.

Se recomienda chequear el producto diariamente ya que la estimación de este índice se basa en modelos que se actualizan cada día.



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

*INIA Dirección Nacional*  
Andes 1365 Piso 12, Montevideo  
Tel: +598 29020550  
iniadn@inia.org.uy

*INIA La Estanzuela*  
Ruta 50, Km. 11, Colonia  
Tel.: +598 4574 8000  
iniale@inia.org.uy



*INIA Las Brujas*  
Ruta 48 Km. 10  
Rincón del Colorado, Canelones  
Tel: +598 23677641  
inia\_lb@inia.org.uy

*INIA Salto Grande*  
Camino al Terrible, Salto  
Tel: +598 47335156  
iniasg@inia.org.uy

*INIA Tacuarembó*  
Ruta 5 Km. 386 - Tacuarembó  
Tel.: +598 4632 2407  
iniatbo@inia.org.uy

*INIA Treinta y Tres*  
Ruta 8, Km 282  
Tel.: +598 4452 2023  
iniatt@inia.org.uy

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

 INIA Uruguay  @INIA\_UY

