



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

**El INIA te invita a reflexionar  
sobre el uso responsable de los recursos naturales**



**Suplemento**

**Tecnológico**

**EXPO PRADO 2008**

**¿Qué propuestas tenemos  
para utilizarlos y conservarlos?**

# El INIA te explica qué es y qué hace

## ¿Qué es el INIA?

El INIA es el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Este instituto se dedica a la investigación de nuevos procesos, el desarrollo de nuevos productos y a la orientación en los modos más convenientes de aplicar la tecnología en la producción agropecuaria de nuestro país. Este instituto trabaja en cinco grandes áreas temáticas: Producción Animal, Cultivos, Hortifruticultura, Forestal y Producción Familiar. Con este trabajo el INIA busca mejorar las características de los productos derivados del sector agroindustrial así como aumentar los rendimientos de un cultivo o elevar la competitividad de una actividad agropecuaria determinada.

## ¿Cómo realiza el INIA su tarea?

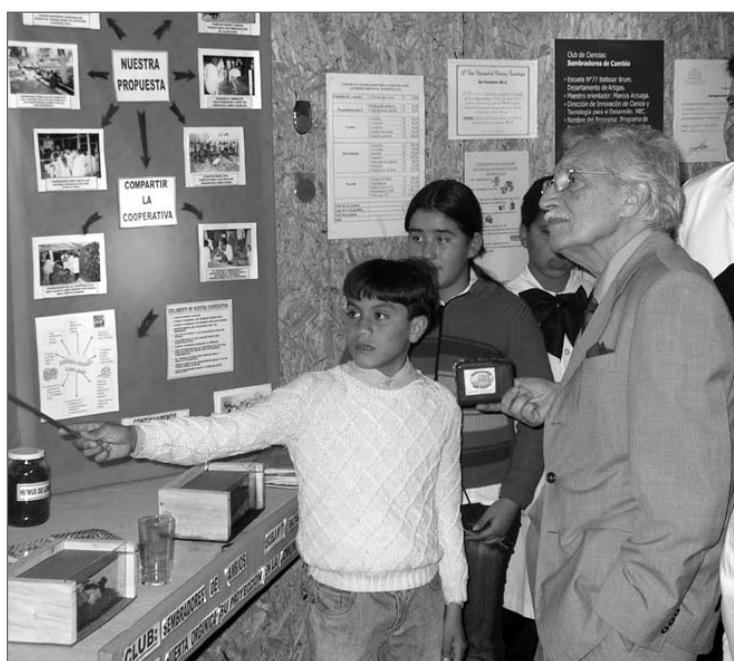
El INIA tiene una sede central en Montevideo y cinco lugares ubicados en el interior del país a los que se les llama Estaciones Experimentales. Estas son:

INIA La Estanzuela, en el departamento de Colonia.  
 INIA Las Brujas, en el departamento de Canelones.  
 INIA Salto Grande, en el departamento de Salto.  
 INIA Tacuarembó, en el departamento de Tacuarembó.  
 INIA Treinta y Tres, en el departamento de Treinta y tres.

Las personas que trabajan en el INIA son ingenieros agrónomos, veterinarios, biólogos, químicos, laboratoristas, psicólogos, comunicadores, bibliotecólogos, técnicos en informática y agropecuarios, contadores, fotógrafos y otros. También está el personal de apoyo que tiene una función muy importante en hacer y mantener el trabajo que se realiza en el campo y en los laboratorios, áreas que funcionan como base de las investigaciones que desarrolla el INIA.

## ¿Qué es investigar? ¿Qué tipo de investigación realiza el INIA?

Cuando una persona investiga, lo que hace es seguir ciertos pasos para saber más de algo que ya conoce, o para descubrir características nuevas de aquello que estudia. Cuando se desarrolla un



plan de investigación se pueden obtener dos tipos de resultados: de tipo material o vinculado al conocimiento. Un resultado material se puede conseguir por ejemplo cuando se producen semillas de una nueva variedad para aumen-

tar el rendimiento de un cultivo o cuando se obtiene una fruta más nutritiva o con mejor sabor. El conocimiento generado por la investigación permite por su parte disponer de nuevas técnicas y formas más adecuadas de producir,

por ejemplo la aplicación de procedimientos e información para aumentar la cantidad de leche que se produce.

## ¿Qué es investigar con responsabilidad para el INIA?

Toda investigación en sistemas de producción, entendidos como parte de la actividad económica de un país, se debe basar tanto en el cuidado del ambiente como en la transmisión de información útil a la población. Cuando se investiga se considera importante tanto conocer algo nuevo como aplicar lo que se sabe para mejorar las condiciones económicas, sociales y ambientales de una sociedad.

## El INIA en la ExpoPrado

El INIA a través de su participación en la ExpoPrado, busca acercarse a la gente y dar a conocer sus objetivos y los temas principales de investigación que desarrolla en la actualidad. A su vez, da a conocer la importancia de los recursos naturales del país y las formas de producción agroindustrial más apropiadas al cuidado del ambiente y a las necesidades económico – sociales del Uruguay.

Este año en su stand de la ExpoPrado 2008, el INIA les propone reflexionar sobre el cuidado responsable de los recursos naturales y el ambiente.

En particular, se concentrará en aquellos recursos que son directamente afectados por la actividad agropecuaria: el suelo, el agua, el aire, la flora y la fauna (biodiversidad).

El stand cuenta con tres módulos principales: uno para el suelo, otro refiriéndose al agua y el último sobre el aire, teniendo en cuenta en todos ellos, a la flora y fauna.

En cada módulo podrás ver una representación del recurso, así como información audiovisual sobre lo que propone el INIA para la conservación del mismo.

Este suplemento permitirá a quienes nos visitaron en el stand tener mayor información sobre lo que se pudo observar, de manera que pueda servir de base para discusiones o trabajos en los centros de estudios.

Gracias por visitarnos y pueden seguir en contacto con nosotros mediante nuestra página web: [www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy).

# Sumario

<b>INIA te explica qué es y qué hace</b> .....	<b>2</b>
Los recursos naturales y el INIA .....	4
<b>Agricultura orgánica: ¿alternativa válida?</b> .....	<b>6</b>
Producción integrada: sistema productivo de alimentos de alta calidad preservando el medio ambiente y la salud .....	8
<b>El agua y el ciclo hidrológico</b> .....	<b>11</b>
Sistemas de riego .....	14
<b>Cuidemos el suelo y la calidad del agua haciendo un correcto manejo de los desechos de los tambos</b> .....	<b>15</b>
Cambio climático .....	16
<b>Secuestro de carbono</b> .....	<b>18</b>
INIA y los biocombustibles .....	20
<b>El suelo</b> .....	<b>22</b>
La biodiversidad del suelo: su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas .....	23
<b>Abonos verdes en la producción hortícola</b> .....	<b>26</b>
Solarización de canteros para almácigos .....	28
<b>Solarización: una alternativa al uso de Bromuro de Metilo</b> .....	<b>30</b>
Siembra directa y sistemas mixtos .....	32
<b>Evaluación del impacto ambiental de los plaguicidas en la producción hortifrutícola</b> .....	<b>34</b>
Desarrollo de bioinsecticidas para el control de plagas agrícolas .....	36
<b>INIA apuesta al control biológico de enfermedades y plagas agrícolas</b> .....	<b>38</b>
La biodiversidad y nuestro desarrollo responsable .....	40
<b>Campo natural en Uruguay: biodiversidad y manejo para la sustentabilidad</b> .....	<b>42</b>
Uruguay está construyendo su Sistema Nacional de Áreas Protegidas .....	44
<b>Formulario de registro</b> .....	<b>47</b>

## MISIÓN DE INIA

Contribuir al desarrollo integral de los productores y del sector agropecuario nacional:

- Generando, incorporando y adaptando conocimientos y tecnologías tomando en cuenta las políticas de Estado, la sustentabilidad económica, ambiental y la equidad social.
- Promoviendo activamente el fortalecimiento y consolidación de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Comprometiéndose con la calidad humana y profesional de su gente, la de sus procesos y productos.

## VISIÓN DE INIA

Consolidarse como una Institución de referencia a nivel nacional y regional, siendo reconocida por:

- La excelencia de sus logros científico-técnicos, articulándose con otras Instituciones para generar, desarrollar y transferir conocimiento y tecnología, manteniendo una actitud proactiva frente a las necesidades del sector agropecuario y la demanda de los consumidores.
- Sus aportes significativos para una gestión responsable del ambiente y los recursos naturales.
- Su gestión Institucional, con énfasis en la calidad y la mejora continua, comprometida con el desarrollo de su gente.



# Los recursos naturales y el INIA

Ing. Agr., M.Sc. Stella Zerbino  
Ing. Agr., M.Sc. Ernesto Restaino

## ¿Qué son los recursos naturales?

Los recursos naturales son el conjunto de bienes materiales que proporciona la naturaleza sin alteración previa por parte del hombre. Son valiosos porque contribuyen al bienestar y el desarrollo de nuestra vida de manera directa (materias primas, minerales, alimentos) o indirecta (servicios ecológicos indispensables para la continuidad de la vida en el planeta). Estos elementos se fueron formando en la naturaleza a lo largo de millones de años y se los llama recursos naturales. Se caracterizan por ser escasos con relación a su demanda actual o potencial, por eso es necesario que el hombre tenga que aplicar medidas urgentes para proteger los recursos naturales y garantizar, al mismo tiempo, la propia supervivencia. Los recursos naturales son fuentes de riqueza para la explotación económica. Por ejemplo, los minerales, el suelo, los animales y las plantas constituyen recursos naturales que el hombre puede utilizar directamente como fuentes para esta explotación. De igual forma, los combustibles, el viento y el agua pueden ser utilizados como recursos naturales para la producción de energía. La mejor utilización de un recurso natural depende del conocimiento que el hombre tenga al respecto, y de las leyes que rigen la conservación de aquel.

## ¿Cómo los clasificamos? Renovables y no renovables

De acuerdo a la disponibilidad en el tiempo, tasa de generación (o regeneración) y ritmo de uso o consumo, los recursos naturales se agrupan en: no renovables y renovables. La diferencia entre unos y otros está determinada por la posibilidad que tienen los recursos renovables de ser usados una y otra vez, siempre que se cuide la regeneración.

Los recursos naturales no renovables son depósitos limitados o con ciclos de regeneración muy por debajo de los ritmos de extracción o explotación y se agotan con su explotación. Los minerales y el petróleo son recursos no renovables debido a que al ser utilizados no pueden ser regenerados en tiempo real, puesto que son resultado de complejos procesos que duraron miles de años.

Los recursos pueden considerarse renovables cuando se regeneran a

una tasa superior a la de su consumo, descontada la tasa de reutilización y recuperación. Se consideran recursos naturales renovables a la flora y la fauna que representan los componentes vivos o bióticos de la naturaleza, los cuales, unidos a los componentes no vivos o abióticos, como el suelo, el agua, el aire, etc., conforman el medio natural.

## ¿Cómo y por qué los recursos naturales son perturbados en sus equilibrios?

Algunos de estos recursos naturales renovables son afectados por el ser humano y otros por la acción de la naturaleza. Mientras que el agua, suelo, atmósfera, la vegetación y la fauna son afectados por las actividades humanas, los recursos renovables no limitados (luz solar, mareas, vientos), no son afectados por la acción del ser humano a pesar que se utilizan de manera regular para generar energía.

El mal uso de los recursos potencialmente renovables, como es el caso de sobreuso, contaminación, destrucción física, puede ocasionar que estos pasen a la categoría de recursos no renovables.

La flora y la fauna son recursos de gran importancia para el hombre. De la flora proviene una gran parte de los alimentos y medicamentos, así como la materia prima para la industria textil, maderera y otras. Entre ambos existe una dependencia muy estrecha, basada en leyes naturales que rigen la estructura y funciones de las asociaciones de seres vivos. Las relaciones de alimentación, o relaciones tróficas, determinan las llamadas cadenas alimentarias, en las cuales los animales herbívoros (los que se alimentan de plantas y otros orga-

nismos vegetales) constituyen el alimento básico de otros grupos de animales que, a su vez, servirán de alimento a otros. Esto trae como consecuencia que la disminución en número o la desaparición de uno de estos eslabones de la cadena, por causas naturales o por la influencia del hombre, ponga en peligro todo el sistema, al romperse el equilibrio que caracteriza las relaciones entre el medio biótico y abiótico de la naturaleza. Por esta razón, el hombre debe estudiar las relaciones y las leyes que determinan este equilibrio, y convertirse en su máximo protector, ya que, en sentido general, todas las afectaciones que sufre el medio natural repercuten de uno u otro modo sobre él.

## Algunas reflexiones para el cuidado de los recursos naturales

Existen, algunos recursos renovables que dependen de la conservación de los sistemas que les dan origen; es el caso de los recursos forestales, que dependen de la conservación de los bosques, o la pesca, que depende del mantenimiento de las poblaciones de peces.

El suelo es otro de los recursos que nos ofrece la naturaleza, sobre el que se desarrollan muchos seres vivos. Es un caso particular de recurso renovable porque cuando está degradado es difícil de recuperar debido a la lentitud de su proceso de formación.

Para evitar su degradación es necesario:

- Proporcionar al suelo la cobertura vegetal necesaria para evitar la erosión.

- Restituirle, por medio de la fertilización, los nutrientes que van

siendo extraídos por las plantas.

- Evitar las talas y los desmontes desmedidos, así como las quemadas.

- Evitar la contaminación que provoca el uso indiscriminado de productos químicos en la actividad agrícola.

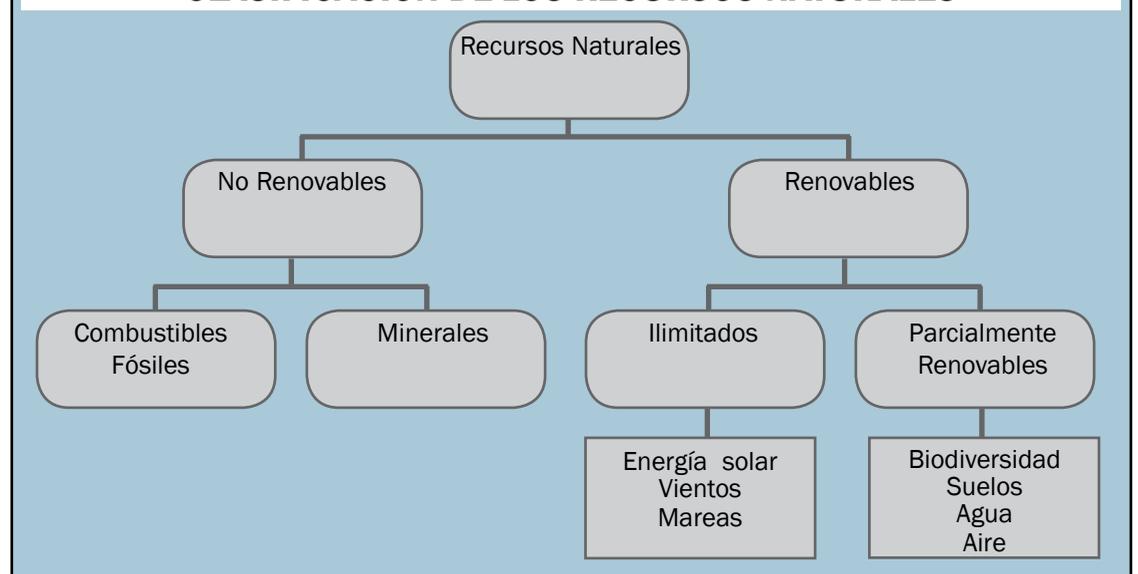
Dada la importancia del agua para la vida de todos los seres vivos, y debido al crecimiento de las necesidades humanas, el hombre está en la obligación de proteger este recurso y evitar toda influencia nociva. Es uno de los recursos naturales susceptibles de faltar a la humanidad en un futuro próximo. Hay que evitar que sea utilizada en forma ineficiente, que se degrade por contaminación y que se realice una explotación excesiva de las reservas de aguas subterráneas.

No hay dudas de que la atmósfera constituye un recurso natural indispensable para la vida, y se clasifica como un recurso renovable. Sin embargo, su capacidad de renovación es limitada, ya que depende de la actividad fotosintética de las plantas, por la cual se devuelve el oxígeno a la atmósfera. Por esta razón, es lógico pensar que de resultar dañadas las plantas, por la contaminación del aire o por otras acciones de la actividad humana, es posible que se presente una reducción del contenido de oxígeno en la atmósfera, con consecuencias catastróficas para todos los seres vivos que lo utilizan.

Todo esto nos hace pensar en el cuidado que debe tener el hombre al explotar los recursos que le brinda la naturaleza. La mejor utilización de un recurso natural depende del conocimiento que el hombre tenga al respecto, y de las leyes que rigen la conservación de aquel.

El desafío, en consecuencia es utilizar racionalmente los recursos naturales. El desarrollo sustentable busca que la tasa máxima de

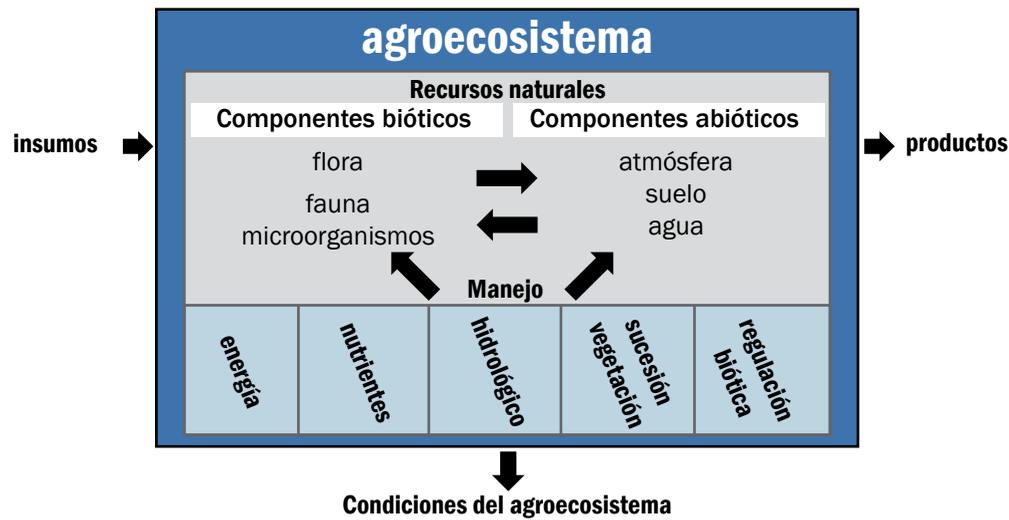
## CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES



explotación de los recursos naturales renovables sea igual que la tasa natural de regeneración, con lo que se evita disminuir las reservas y se mantiene la capacidad de asimilación del medio ambiente. Este es el concepto de rendimiento sostenido. La tala de árboles o el pastoreo deben eliminar únicamente el incremento anual, o la porción capaz de ser reemplazada a lo largo de un periodo de años, mediante proceso natural o con ayuda humana si es necesario.

En la producción agropecuaria, la dimensión ecológica de la sustentabilidad se vincula con la continuidad de la productividad y el funcionamiento de los ecosistemas. Para lograrla es necesario mantener la calidad de los recur-

sos naturales, es decir el suelo, la preservación de las condiciones físicas de las aguas superficiales



Condiciones del agroecosistema

y subterráneas, así como la protección de los recursos genéticos y la conservación de la diversidad biológica. Esto requiere que los sistemas de producción sean considerados como un ecosistema (de aquí el término agroecosistema).

**Veamos este concepto: los agroecosistemas**

Se denominan agroecosistemas a los sistemas naturales o ecosistemas, que son utilizados por el hombre para producir y obtener alimentos. Los agroecosistemas son unidades geográficas más o menos complejas, con diversos componentes que interactúan. Se trata de sistemas abiertos que reciben insumos del exterior, dando como resultado productos que generalmente pasan a sistemas externos. Al igual que en cualquier ecosistema terrestre, en ellos se dan procesos de flujo de energía, el ciclo de nutrientes, el ciclo hidrológico, procesos sucesionales de vegetación y de regulación biótica. Estos procesos funcionan como un todo, de manera tal que cuando se modifica uno de ellos también son afectados los restantes. El grado de modificación, a través de las prácticas de manejo y tecnologías aplicadas, determina las condiciones del agroecosistema. Aunque cada región tiene un sistema de producción típico, que es el resultado de las variaciones locales en el clima, el suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia, los límites biológicos rara vez están bien definidos.

En un agroecosistema se pueden distinguir dos tipos de componentes de biodiversidad: la planificada (representada por el sistema de producción cultivos, animales, etc.) y la asociada. Esta última, incluye la flora y fauna del suelo, los herbívoros, descomponedores y depredadores, que colonizan desde ambientes circundantes y cuya permanencia depende del tipo de manejo adoptado. Ambas tienen efectos directos sobre las funciones del agroecosistema. Un ejemplo, podría ser un sistema agrícola ganadero en el cual la pastura tiene la función de producir

alimento para el ganado pero a su vez brinda alimento y refugio para los enemigos naturales que controlan insectos plaga de un cultivo. Ésta es una función indirecta de la diversidad planificada a través de la diversidad asociada. Los componentes bióticos de un sistema de producción, es decir los polinizadores, depredadores y parásitos, los herbívoros, la vegetación y los habitantes del suelo, a través de flujos de energía y nutrientes y de sinergias biológicas, cumplen funciones en procesos tales como: la polinización, regulación de poblaciones de organismos indeseables, el reciclaje de nutrientes y la detoxificación de productos químicos nocivos.

La condición de los agroecosistemas puede ser evaluada a través de sus propiedades, entre las que se encuentran la productividad, la sustentabilidad y la estabilidad. La productividad es una medida de producción por unidad de tierra o insumo; está referida al rendimiento o cantidad de producto final. El concepto de sustentabilidad incluye por lo menos tres criterios: mantenimiento de la capacidad productiva en el largo plazo, preservación de la diversidad de la flora y la fauna y capacidad del agroecosistema para auto mantenerse. La estabilidad del sistema por su parte, se puede mejorar eligiendo cultivos más adecuados o desarrollando métodos tales como el riego, la aplicación de coberturas, fertilización o rotación de cultivos para mejorar los rendimientos.

**En consecuencia...**

Uruguay es un país privilegiado por su dotación de recursos naturales renovables. En la medida en que se sepan utilizar con inteligencia y racionalidad, se podrá impulsar un desarrollo integral del país que derive en un mejoramiento sostenido de la calidad de vida del conjunto de la comunidad nacional. Todos podemos aportar a esta noble tarea del cuidado de nuestros recursos naturales, para seguir viviendo en esta situación privilegiada.

**Problemas de degradación de los recursos naturales asociados a la intensificación de la producción**

**Degradación de los suelos**

- Erosión hídrica y eólica.
- Acidificación, alcalinización y salinización.
- Deterioro físico del suelo (compactación, etc.).
- Alteración del balance de nutrientes.
- Contaminación por metales, plaguicidas, nitratos u otras sustancias tóxicas.

**Problemas de Cantidad y Calidad de Agua**

- Sedimentación de ríos, embalses y zonas costeras.
- Uso ineficiente de agua de riego.
- Cambios indeseados en los flujos hídricos.
- Contaminación por agroquímicos y residuos agroindustriales.

**Pérdida de Recursos Genéticos**

- Erosión genética de cultivares y razas de animales domesticados.
- Pérdida de diversidad de especies y de diversidad genética en poblaciones de especies nativas.

**Pérdida de Otros Recursos Biológicos**

- Reducción de los montes nativos.
- Degradación del campo natural.
- Disminución de la población de reguladores biológicos naturales (predadores, patógenos).
- Pérdida de microflora y fauna edáfica.

**Problemas con el Aire y el Clima**

- Emisión de dióxido de carbono por combustión de tejidos vegetales y mineralización de materia orgánica del suelo.
- Emisión de metano por ganado y arroz irrigado.

**Problemas socio-económicos**

- Empobrecimiento y emigración de poblaciones rurales.

**Otros**

- Intoxicación de agricultores, obreros y consumidores por plaguicidas.
- Resistencia creciente de las plagas a plaguicidas.
- Sistemas poco diversificados de producción vulnerables a plagas, enfermedades y malezas.
- Uso excesivo de recursos no renovables.



## Agricultura Orgánica

# ¿Alternativa válida?

Ing. Agr., Ph.D. Roberto Zoppolo

La Agricultura Orgánica sigue creciendo en varias partes del mundo superando los pronósticos realizados décadas atrás. Este crecimiento que en algunos países llega a tasas del 20%, tiene como actor principal a los consumidores, que cada vez se interesan y preocupan más por tener en su mesa alimentos sanos producidos en sistemas sustentables. La demanda crece más que la oferta productiva y por ello se generan, en países de alto poder adquisitivo, diferenciales de precio que en varios casos más que duplican los valores de los productos convencionales.

En el mundo han crecido también las áreas y recursos destinados a la investigación. Uruguay no es ajeno a estos procesos y en el INIA se ha logrado consolidar un proyecto específico apuntando a este sistema productivo. El mismo se enmarca dentro del Programa Nacional de Producción Familiar, y su título es: **Desarrollo de la Agricultura Orgánica como alternativa válida para los productores familiares**. Tal como se trasluce del título, el objetivo principal de este proyecto es contribuir al desarrollo de este sistema productivo a través de la generación de información y ajuste de tecnología, y buscar el fortalecimiento de un enfoque agroecológico dentro de INIA y en el sector. Para ello estamos desarrollando diversas actividades y apostando a la coordinación y cooperación, a la vez de recurrir a numerosas fuentes de financiamiento.

### Las acciones principales

Las acciones principales a desarrollar en este proyecto son:

- consolidación y desarrollo de un área experimental bajo certificación orgánica
- adaptación y adopción de metodologías de investigación participativa
- generación de información tecnológica
- sistematización de información

### La unidad experimental en INIA Las Brujas

Dentro del campo experimental de INIA Las Brujas se ha delimitado un área experimental de 7 há. en la cual se están instalando ensayos y experimentos tanto de corto, como de largo plazo.

Un primer principio de la Agricultura Orgánica da origen a una de las frases más conocidas que es la de "Dar de comer al suelo y no a la planta.". Esto se refleja en las acciones emprendidas dentro de la unidad. Para el **mejoramiento del suelo e incremento de su actividad biológica** se ha encarado un esquema de incorporación de abono orgánico y uso de cultivos de cobertura como abono verde. Se trabaja con tal fin en la evaluación de diferentes materias primas orgánicas y procesos para realizar su compostaje. A modo de ejemplo, se comienza a evaluar el uso de Microorganismos Efectivos (EM por su sigla en inglés), pajas,

sulfato de calcio, yeso y arcillas agregados al estiércol, para promover diversos procesos, que aceleren la descomposición de la materia orgánica y faciliten la generación de compuestos complejos que disminuyan la pérdida de nutrientes. Esto nos permite aprovechar mejor los nutrientes disponibles en la materia prima e incorporar al suelo una materia orgánica de mejor calidad y mayor estabilidad que además, tendrá más efecto positivo sobre la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Otra de las opciones en evaluación, es el vermicompostaje que consiste en el procesamiento de la materia orgánica fresca a través de lombrices. Este es un proceso que genera un producto más homogéneo y de mayor calidad, pero a su vez requiere de una atención más intensiva.

Una de las principales áreas de experimentación está referida a las rotaciones y sistemas productivos. Para generar información al respecto, se ha planteado en el módulo orgánico un experimento que compara distintas secuencias de cultivos y manejos en parcelas de 500 m<sup>2</sup>. buscando reproducir mejor las condiciones de trabajo de los productores, aumentando la validez del sistema, y facilitando la extrapolación de los resultados y la implementación de las recomendaciones que vayan surgiendo. Dos componentes importantes del diseño del experimento son las especies de abonos verdes utilizadas (ya sea solas o en mezcla) y el

grado de laboreo realizado (laboreo tradicional ó mínimo laboreo) variables muy vinculadas a la promoción de la actividad biológica y a la cobertura del suelo que se busca sea durante el mayor tiempo posible. Con este experimento de largo plazo se espera cuantificar, no sólo los efectos de distintas intensidades de laboreo y secuencias de cultivos orgánicos sobre el suelo, sino el funcionamiento del sistema en su conjunto a la vez de estudiar la evolución de malezas, plagas y enfermedades.

### Hacia un sistema más diverso

Otro principio de la agricultura orgánica tiene que ver con el **fomento de la biodiversidad** como mecanismo para lograr un sistema más sano y estable. Por ello vemos que en la Unidad Experimental, entre otras características, las cortinas corta viento no son de un único tipo de árbol, sino que están compuestas por más de 30 especies de árboles y arbustos nativos. Además de evaluar su capacidad para generar una protección contra el viento, se está realizando un seguimiento respecto a otros servicios que pueden brindar estos individuos como ser suministro de alimento y refugio a insectos benéficos y enemigos naturales de plagas. En una próxima etapa se incorporarán diversas especies de frutos tradicionales, así como otras de origen local. Entre los primeros se busca validar la tecnología de producción orgánica con variedades más adaptadas a nuestras condiciones. Una de las condiciones clave en este sentido es la resistencia a plagas y enfermedades. Esto lo podemos ir logrando a través de material genético adecuado, ya sea porque su ciclo no coincide con los momentos más críticos para ataque de insectos o infección de hongos, virus y bacterias o directamente por ser resistentes o tolerantes. Un ejemplo concreto se da con la variedad de manzana Condessa de reciente liberación por parte de INIA (ver Revista INIA N° 12 setiembre 2007) que es un cultivar resistente a sarna y con muy buenas características de sabor y aspecto, así como un potencial productivo muy interesante. El poder prescindir de las aplicaciones para sarna, facilita mucho el camino hacia el ajuste

### ¿Qué es la agricultura orgánica?

Es un sistema holístico de gestión de la producción, esto es, que valora la función del conjunto más allá de la sumatoria de cada una de las partes (cultivo, pastura, animales, gestión, productor, etc.).

Fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en el empleo de prácticas de gestión adaptadas localmente, prefiriéndolas respecto del uso de insumos externos al predio. Siempre que sea posible, emplea métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos.

Los sistemas de Producción Orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas, cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico (Codex Alimentarius, FAO/OMS, 2001).

Para describir un sistema orgánico también se usan los términos "biológico" y "ecológico".

de un paquete tecnológico de producción orgánica de manzana. Entre los frutos nativos se está trabajando en el ajuste de un paquete tecnológico de manejo orgánico que en parte pasa por la domesticación de algunos aspectos de los cultivos que tienen su centro de origen en nuestra región y por tanto son de buena adaptación a las condiciones de suelo y clima. Se sigue por otro lado con el proceso de prospección, evaluación y selección de materiales en estrecho contacto con la Facultad de Agronomía y la Dirección Forestal. También se trabaja en el área de la fisiología de la maduración y poscosecha, así como en la caracterización nutricional de los mismos, lo que nos permite asegurar ya hoy, que se trata de especies muy valiosas en cuanto a su valor nutritivo.

Una tercera etapa en esta Unidad Experimental de Agricultura Orgánica buscará ajustar la incorporación de elementos de la producción animal al sistema. Las consideraciones para el diseño del sistema productivo deben tener en cuenta desde aspectos básicos de los ciclos biológicos de plagas, enfermedades y cultivos, hasta condicionantes prácticas como ser la facilidad de obtención y costo de insumos, la escala de trabajo y esquema de comercialización.

### La investigación participativa

Otro pilar del proyecto está constituido por el trabajo en adaptación de una metodología de investigación participativa. Se han realizado numerosas actividades en esta línea, así como completado un ciclo productivo de experimentación en casa de productores. Más allá de la información técnica que se va generando, se van identificando las fortalezas y debilidades de esta estrategia de investigación cuya aplicación respondió a planteos realizados en el seno del Grupo de Trabajo de Agricultura Orgánica.

Se comenzaron experiencias en Colonia Valdense, San Bautista y Montevideo con diverso grado de éxito. Parte de la estrategia definida consistió en manejar la escala regional de forma de lograr una mayor identificación de los productores con el emprendimiento. Esto se ha reflejado en la realización de talleres y reuniones en cada zona a partir de los cuales se generaron distintas propuestas para la instalación de experimentos en predios de productores. Es importante el esfuerzo que se requiere de todos los actores para lograr una buena participación y una eficiencia adecuada del proceso.

### La generación de información

Se realizan tanto a nivel de la Estación Experimental como en casa de productores, distintos trabajos de investigación para validar y para generar nueva información. Ejemplo de esto son ensayos para la evaluación de biofertilizantes, así como el desarrollo de formulaciones insecticidas a partir de extractos vegetales. En una próxima reunión de difusión de información a técnicos y productores se estarán presentando los resultados sobre la mejor forma de elaborar un bioinsecticida a partir de árbol del Paraíso, así como sobre numerosas temáticas más.

### La cooperación internacional

El esfuerzo por captar recursos, más allá de los comprometidos por INIA, apunta entre otros al ámbito internacional. Durante el último trimestre del 2007 se contó con la presencia en Uruguay del Dr. Paul Hepperly, actual Director de Investigación y Capacitación del Instituto Rodale de Pennsylvania, USA. La venida de este experto fue apoyada por la Comisión Fulbright y permitió un contacto directo de este experto a nivel internacional con el equipo de INIA, así como con numerosos actores del sector orgánico y público en general



(se pueden ver presentaciones y documentos en <http://www.inia.org.uy/online/site/22123411.php>). Los aportes técnicos del Dr. Hepperly para avanzar en el diseño de experimentos de largo plazo dentro de la Unidad Experimental de Agricultura Orgánica fueron importantes. A su vez la interacción con especialistas de distintas disciplinas (control biológico, suelos, mejoramiento genético, clima) permitió enriquecer visiones y acercarse en forma directa a temas de actualidad. La importancia de la Agricultura Orgánica como alternativa sustentable, con un fuerte potencial de impacto positivo en la mitigación del calentamiento global, quedó claramente identificada. El Dr. Hepperly compartió además, los resultados de las investigaciones que el Instituto Rodale lleva adelante junto con la Universidad de Wisconsin en el área de la salud animal y humana. Las consecuencias favorables del consumo de productos orgánicos sobre aspectos como deposición de grasa, abortos espontáneos, hipersensibilización del

sistema nervioso, o capacidad de aprendizaje quedan cada vez más claramente documentadas. Este año se prevé la puesta en marcha de un proyecto conjunto entre los INIAs del Cono Sur, que con el apoyo de PROCISUR (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur), obtuvieron un importante financiamiento de Fontagro (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). El proyecto está enfocado al seguimiento de cultivos hortícolas orgánicos exitosos que permitan identificar los elementos claves en el proceso productivo, para poder apoyar a nuevos productores que se inicien en la producción orgánica.

Si bien buena parte de las actividades en Agricultura Orgánica están vinculadas al sector hortifrutícola, no son exclusivas de éste. INIA trabaja en estrecha relación con sectores productores de carne orgánica y comienza a crecer el interés en otros sectores muy importantes de la producción nacional como la leche y los cereales.

### La agroecología

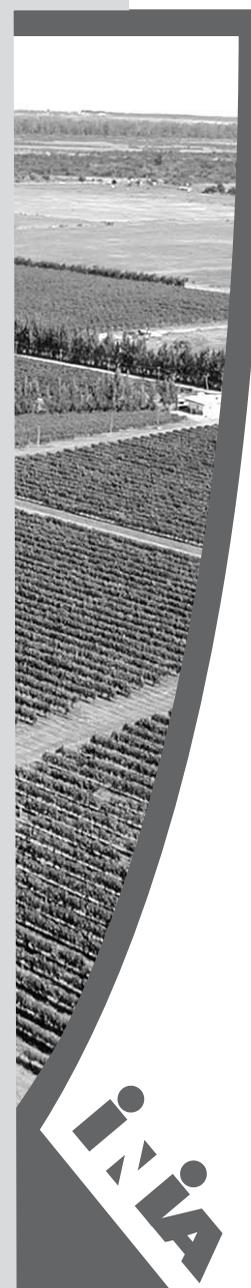
La disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica se denomina "agroecología", y se define como un marco teórico cuyo fin es analizar los procesos agrícolas de manera más amplia. El enfoque agroecológico, considera a los ecosistemas agrícolas, como las unidades fundamentales de estudio; y en estos sistemas, los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas, son investigados y analizados como un todo. De este modo, a la investigación agroecológica le interesa, no sólo la maximización de la producción de un componente particular, sino la optimización del agroecosistema total.

Altieri, M. y C. I. Nicholls; 2000. AGROECOLOGÍA: Teoría y práctica para una agricultura sustentable; 1a edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

El enfoque inicial del proyecto actual de investigación en Agricultura Orgánica se concentra en la producción familiar. Sin embargo confiamos en que muchas de las tecnologías y prácticas ajustadas para este sistema se irán incorporando a sectores convencionales de la producción uruguaya por sus ventajas económicas, ambientales y sociales. En la medida en que se logra un sistema funcionando a pleno, bajo los principios de la Agroecología, se empiezan a romper las barreras y preconceptos que lo consideran un sistema con el que no se puede alimentar al mundo. Ensayos de largo plazo en

distintas partes del mundo están demostrando que se obtienen rendimientos y calidades de producto, iguales y mejores a los convencionales.

Las numerosas acciones emprendidas por INIA a nivel de áreas experimentales, de la dedicación de recursos humanos, de la implementación de metodologías participativas y de la coordinación y cooperación, buscan aportar a una realidad nacional en la que los productores, técnicos y organizaciones no gubernamentales han sido figuras clave. Queda mucho por avanzar, pero estamos convencidos de estar yendo en la dirección correcta.



## Producción Integrada

# Sistema productivo de alimentos de alta calidad preservando el medio ambiente y la salud

Ing. Agr. Jorge Paullier  
Ing. Agr. M.Sc. Saturnino Nuñez  
Ing. Agr. M.Sc. Carolina Leoni  
Ing. Agr. M.Sc. Diego Maeso  
Ing. Agr. Ph.D. Jorge Arboleya

## Introducción

En los últimos 50 años, la producción agrícola convencional se ha caracterizado por la obtención de altos rendimientos mediante el uso de fertilizantes, plaguicidas y materiales genéticos de alta productividad y generalmente más susceptibles a problemas sanitarios. Es una agricultura extractiva con altísimo uso de energía no renovable, lo cual provoca efectos adversos al medio ambiente como la erosión de los suelos, la deforestación y la pérdida de la variabilidad genética. A su vez el uso intensivo de pesticidas ha ocasionado problemas de contaminación, la aparición de resistencia a los mismos y la disminución de los enemigos naturales.

Debido a que estos sistemas productivos son cada vez menos sostenibles, han surgido enfoques alternativos, entre los que se destacan la Producción Integrada (PI) y la Producción Orgánica (PO).

La PI es un sistema de manejo de los predios para la producción de alimentos de alta calidad, con altos rendimientos, priorizando los métodos de producción ecológicamente seguros y económicamente viables, minimizando



Figura 1. Plantines de cebolla con deficiencias inducidas por un exceso de aplicación de fósforo.

los efectos indeseables de los agroquímicos, para salvaguardar el medio ambiente y la salud humana. El sistema incluye un control permanente de las técnicas de producción y de empaque.

Desde el punto de vista productivo la PI tiene un gran potencial ya que utiliza buena parte de la tecnología generada para la producción convencional, haciendo de la misma una producción razonada y sostenible en el tiempo.

En la mayoría de los países desarrollados existe una gran preocu-

pación por el medio ambiente, la salud del consumidor, del productor y del trabajador rural, por lo que se prefiere este tipo de sistemas productivos. La inocuidad alimentaria se ha transformado en un tema estratégico, tomando fuerza el concepto de trazabilidad de los alimentos. Por ejemplo, en Europa se elaboraron protocolos que la garanticen, asegurando el cumplimiento de normas de producción y manufactura (empaque), para ofrecer a los consumidores productos de calidad, naturales y seguros para la salud.

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), como institución y mediante sus proyectos de investigación, apoya y promueve los sistemas de producción que cuentan con control de los procesos productivos.

## Investigación nacional y tecnología disponible

La Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate", INIA Las Brujas, comenzó sus actividades hace más de 40 años con el objetivo de dar respuesta a las demandas de la producción, priorizando la productividad y la calidad. Los trabajos en los años '70 y '80 se centraron en la evaluación y selección de cultivares, técnicas de manejo de los cultivos, identificación de plagas y enfermedades, control químico y validación de sistemas de alarma en enfermedades y plagas.

Paralelamente, en los '70 comenzó a generarse el concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP), según el cual el manejo se realiza considerando todos los factores que inciden en el establecimiento y desarrollo de las poblaciones de plagas y epidemias. Para ello se emplean, además del control químico, el control genético, cultural, bio-



Figura 2. No ubicar almácigos de cebolla cerca de árboles, pues favorece una mayor humedad y el desarrollo de enfermedades.

Número de tratamientos con insecticidas por temporada bajo diferentes esquemas de control fitosanitario en manzanos del cv: Red Delicious

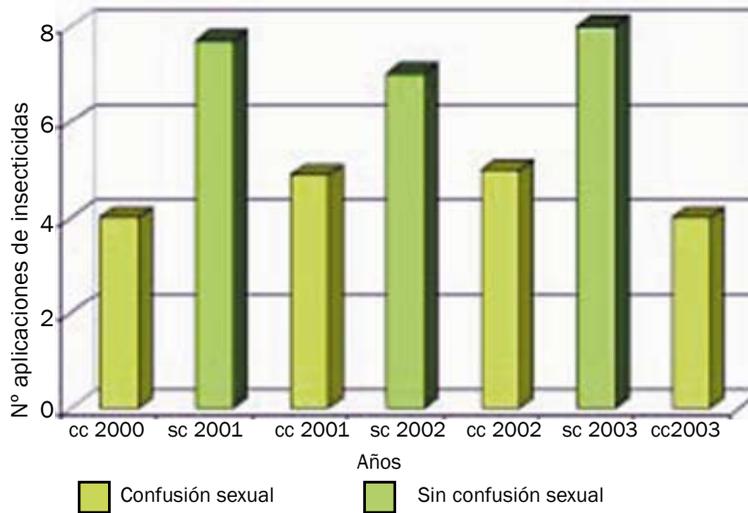


Figura 3. Comparación de aplicaciones entre el método de confusión sexual y el convencional en manzano.

lógico y físico. En los '80, se evolucionó hacia una visión integral de cultivo, para llegar a un enfoque del predio como sistema productivo, que incluye al MIP, tomando fuerza el concepto de PI en la década del '90.

La generación de tecnología en nuestro país ha priorizado la conservación de los recursos naturales y actualmente gran parte de ella se utiliza en PI. A modo de ejemplo, se citan a continuación algunos resultados de la investigación y de tecnologías disponibles que han tenido relevancia en la definición de lo que es PI en Uruguay.

### Manejo del cultivo

En lo referente al manejo de cultivos se han incluido en la PI varias prácticas que contribuyen a mejorarlo y a la vez garantizar la sostenibilidad de los recursos.

Un ejemplo es en el laboreo de suelos, la utilización de herramientas de laboreo vertical como el cincel, evitándose el uso de arados de reja y de disco de forma de minimizar su degradación. Asimismo, se sugiere la sistematización de las plantaciones para facilitar el escurrimiento superficial y evitar la erosión; y la realización de labores de subsolado, alomado, encanteraado u otras prácticas que favorezcan el drenaje del suelo.

Para el control de malezas en almácigos se recomienda el uso de la "solarización", técnica natural que utiliza la energía solar para calentar el suelo humedecido previo a la colocación de polietileno transparente. Con esta medida se baja significativamente el número de malezas y se mejora la calidad de los plantines producidos, reduciendo el uso de herbicidas en los almácigos de cebolla. Los beneficios de esta tecnología en nuestras condiciones se han comprobado

en trabajos realizados junto a la Facultad de Agronomía y la Dirección General de la Granja (DIGEGRA-MGAP).

También se recomienda el uso de abonos verdes y en particular el mantenimiento de entrefilas empastadas en los montes frutales. Estas medidas resultarán en una mejor implantación y desarrollo del cultivo al minimizar, entre otros, los problemas de asfixia radicular e incidencia de enfermedades de suelo.

La forma de realizar la fertilización en PI debe basarse en el análisis de suelo, en el potencial esperado de rendimiento, en la cantidad de plantas por hectárea y en la disponibilidad de riego. No considerar estos factores lleva a problemas, como por ejemplo el "rebrotado" en ajo colorado (problema fisiológico) asociado con la aplicación de altas dosis de nitrógeno, ó el desequilibrio nutricional en cebolla lo que puede provocar deficiencias inducidas (Fig.1). Existen labores de manejo de los cultivos que por lo general no implican un costo adicional. Entre otras: ubicar los cultivos en lugares con buena circulación de aire, ajustar la cantidad de plantas por hectárea, realizar un adecuado control de malezas, favorecer una buena ventilación en el cultivo para disminuir la incidencia de enfermedades foliares. En manzanos y perales se ha determinado la importancia del raleo de frutas para disminuir la incidencia de "lagartitas", mientras que en viña el deshojado es fundamental para reducir los problemas de "botritis" y "chanchito blanco".

### Cultivares y portainjertos

Durante los últimos años la fruticultura nacional tuvo una importante reconversión, en donde la mayoría de los cultivares y portainjertos plantados, fueron

evaluados y recomendados por INIA Las Brujas.

En el caso de horticultura, entre los materiales creados y liberados por INIA tenemos los ejemplos de boniato INIA-Arapey, INIA-Ayuí, INIA-Itapebí e INIA-Cerrillos, frutillas INIA-Araza, INIA-Guenoa e INIA-Ibapitá, cebollas INIA-Casera e INIA-Colorada y papa INIA-Iporá. Estos cultivares tienen las ventajas de estar adaptados a nuestras condiciones climáticas, poseer buenas características productivas y de calidad y ser además tolerantes o resistentes a importantes problemas sanitarios. También se han evaluado y recomendado cultivares de otras especies hortícolas como lechuga y tomate.

### Manejo de plagas y enfermedades

Los principales objetivos de la investigación nacional en esta área han sido el desarrollo de alternativas al control químico, y la reducción y racionalización de las aplicaciones de plaguicidas, mediante el ajuste de técnicas de monitoreo y de validación de sistemas de pronóstico de enfermedades.

En cuanto a las alternativas al control químico, la aplicación de la técnica de confusión sexual ha permitido reducir el uso de insecticidas entre 30% y 50% en montes de perales, manzanos y durazneros (Fig.3). Por otro lado, el uso de cortinas cortavientos es una de las medidas más eficientes para el manejo de la "bacteriosis del duraznero", reduciendo hasta en un 70% la severidad de dicha enfermedad.

La identificación y síntesis de las feromonas de "lagartitas de los frutales", ha permitido racionalizar el control de estas plagas mediante el monitoreo con trampas de feromonas, las cuales están disponibles para los productores en INIA Las Brujas (Fig.4).

En el caso del "trips de la cebolla", principal plaga del cultivo, el monitoreo basado en revisar periódicamente hojas y el recuento directo de los insectos, permite aplicar insecticidas según umbrales de daño. Así se

logran rendimientos satisfactorios, reduciendo considerablemente el número de aplicaciones de insecticidas. Situación similar ocurre en el caso de las aplicaciones de insecticidas en tomate para el control de "mosca blanca", tomando como indicador la presencia de la plaga en el 30% de los folíolos.

Los sistemas de pronóstico de enfermedades foliares en cebolla, han permitido limitar la aplicación de fungicidas a los períodos más favorables para el desarrollo de las enfermedades, evitándose intervenciones innecesarias y reforzando el control en períodos críticos (Fig.4).

En manzano, con el estudio detallado de las condiciones agroclimáticas que requieren los hongos para infectar y considerando el estado de sensibilidad de la planta, es posible reducir entre 20% y 30% las aplicaciones de fungicidas eliminando las que se realizan en el verano. Esto no afecta ni el control de la "sarna del manzano", ni las "enfermedades de verano", ni los problemas sanitarios en poscosecha.

### Normas de producción integrada y guías de monitoreo

Las instituciones INIA, DIGEGRA y Facultad de Agronomía, han realizado periódicamente cursos y jornadas de capacitación a productores, operarios y técnicos en temas relativos a PI. Asimismo se han elaborado materiales escritos como las normas de producción y las guías de monitoreo.

### Normas por cultivo

Una norma es el conjunto de especificaciones consensuadas entre los técnicos y los productores, que compendia en un solo documento todos los aspectos técnicos necesarios para llevar adelante cada cultivo.

Los resultados de la investigación nacional se incorporan junto con otras recomendaciones a las normas de producción. En función de lo acontecido en el campo y de los nuevos aportes de la investigación, periódica-

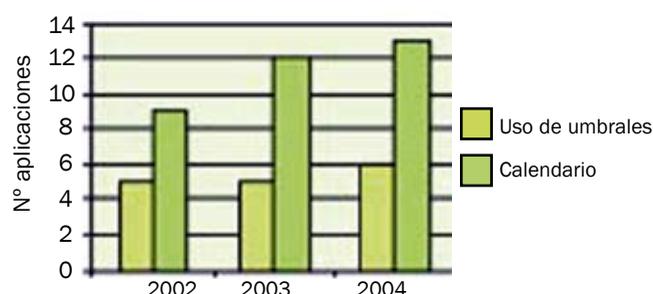


Figura 4. Reducción en el número de aplicaciones de fungicidas para el control de "roya del ajo" mediante el monitoreo periódico de la enfermedad.



mente se revisan y ajustan esas normas. En el proceso intervienen productores, instituciones de investigación y de extensión. Se han elaborado normas de producción para: manzanas, peras, duraznos, ciruelas, uva de mesa, tomate, cebolla, ajo, frutilla, lechuga, boniato, zanahoria, papa, maíz dulce, morrón, zapallo, pepino y melón.

### Guías de monitoreo

En estas guías se detallan, describen e ilustran los problemas causados por las plagas y enfermedades de cada cultivo. Estos documentos permiten el llenado de las planillas de monitoreo de cada cultivo, registrando periódicamente la ocurrencia y los niveles de cada uno de los problemas. Esta información es la base para la toma de decisiones y para la aplicación de medidas oportunas de control.

### Consideraciones finales

Como se expresó en los párrafos anteriores, en el país ha existido por varios años un programa de PI en frutas y hortalizas, resultado del esfuerzo conjunto de numerosas instituciones y productores. Sin embargo el mismo no se ha generalizado. El programa tuvo como principal indicador de éxito, la venta de un producto diferenciado que se esperaba que el consumidor reconociera y valorara. Contrariamente a lo esperado esto no sucedió. Si bien con los sistemas convencionales se puede producir alimentos tan "sanos" como con los de PI, el impacto de los primeros sobre el medio ambiente es mucho mayor. La poca valoración de esta gran diferencia, a favor de la PI, por parte de consumidores y autoridades impidió que el programa se afanzara y provocó un gran desestímulo entre productores e instituciones participantes.

En realidad el principal aporte de la PI, es el desarrollo de un sistema de producción que preserve los recursos naturales y que mejore el sistema de vida de los productores y trabajadores rurales, y que haga disponible alimentos de mayor calidad para la población en general.

La conservación de los bienes comunes de una sociedad requiere la participación del Estado ya sea a través de la educación e información, así como a través de normas y regulaciones. Parece claro que la promoción de la PI por su impacto en la sociedad y sus bienes, requiere de un mayor involucramiento y protagonismo de las autoridades.

Como investigadores estamos convencidos que debemos seguir generando tecnologías que, sin dejar de lado la rentabilidad del cultivo, permitan la preservación del medio ambiente y la mejora de vida de la gente. Creemos que en la medida que nuestra sociedad (a través del Estado) asuma que el costo de preservar el medio ambiente debe ser pagado por la sociedad en su conjunto y no únicamente por el productor, los sistemas de producción conservacionistas del medio ambiente (como la PI), lograrán generalizarse en todos los rubros agrícolas.



Figura 5. Guías de monitoreo para hortalizas y frutales.

### Glosario

**Confusión sexual:** método de control de plagas que evita la fecundación y que consiste en confundir (no matar) a las mariposas macho para que no encuentren a la hembra.

**Feromonas:** sustancias químicas naturales que permiten la comunicación entre individuos de la misma especie.

**Monitoreo:** seguimiento de las poblaciones de plagas y enfermedades mediante distintas

herramientas tales como evaluaciones en planta y uso de trampas.

**Control biológico:** control de plagas o enfermedades mediante la utilización de insectos, ácaros, hongos, bacterias, o virus.

**Umbral de daño:** nivel poblacional de plagas o de enfermedades a partir del cual se inician los daños económicos al cultivo.



Figuras 6 y 7. Jornadas de capacitación sobre PI en cebolla y frutilla en establecimientos de productores.

# El agua y el ciclo hidrológico

Ing. Agr., Ph.D. José Terra

El planeta tierra podría llamarse también el “Planeta Agua”, ya que aproximadamente el 70% de la superficie de nuestro Planeta se encuentra ocupado por tan preciado elemento.

El Ciclo del Agua o Hidrológico (Fig. 1) se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la forma de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. Podemos imaginar el ciclo hidrológico como una serie de reservas y una serie de procesos que causan que el agua se mueva entre estas reservas, donde la energía solar y la fuerza de la gravedad juegan un rol fundamental.

Los tres reservorios principales son: los océanos, los continentes y la atmósfera.

El agua se mueve constantemente de una reserva a otra a través del proceso de evaporación, condensación, y precipitación.

Aunque el Ciclo Hidrológico es sumamente dinámico y complejo, se puede decir en forma sintética que las precipitaciones (lluvias, nevadas) constituyen las “entradas” de agua al sistema. Una vez en la tierra el agua puede seguir varios caminos:

- Escurrir por la superficie hacia cañadas, arroyos, ríos, y finalmente a lagunas y océanos.

- Infiltrar y quedar retenida en el suelo, para ser usada por las plantas y otros seres vivos.

- Percolar al subsuelo y pasar a formar parte del agua subterránea.

La cantidad de precipitación que infiltra en el suelo depende de varios factores: la cantidad y la intensidad de la precipitación, la condición anterior del suelo, la inclinación o pendiente del paisaje, y la presencia de vegetación o rastrojos.

Por otro lado, la energía solar provoca el pasaje de agua en estado líquido a estado gaseoso que resulta en la formación de nubes. Esto constituye las “salidas” del sistema, que son la evaporación desde el suelo y corrientes o espejos de agua, y la transpiración de plantas y animales.

El agua es imprescindible para la vida en nuestro planeta. Representa el 60-70% del peso de la mayoría de los organismos vivos y es esencial para la fotosíntesis.

A pesar de su relativa abundancia, solamente el 3% del

agua del Planeta es agua dulce, el resto es agua salada que se encuentra en mares y océanos.

Solo el 30% del agua dulce se encuentra en estado líquido, ya que el otro 70% se encuentra en estado sólido, principalmente en los casquetes polares (hielo y nieve).

La inmensa mayoría del agua dulce en estado líquido se encuentra como agua subterránea y solamente una pequeña proporción se encuentra en los suelos, corrientes superficiales de agua (ríos, arroyos, lagos, etc.), atmósfera (lluvia) y seres vivos. De esta forma resulta que menos del 1% del agua superficial o subterránea es accesible para uso humano.

De acuerdo con la FAO, el uso de agua dulce líquida existente en el Planeta se distribuye casi en un 80% para la Agricultura, y el restante 20% se lo reparten entre la Industria y el Uso Doméstico, los que compiten fuertemente entre sí. Esta competencia crea una fuerte presión sobre el recurso que muchas veces se traduce en el uso ineficiente del mismo o en su deterioro y degradación.

El agua es esencial para la vida y, sin embargo, es escasa para millones de personas en todo el mundo. Millones de personas mueren cada año por enfermedades transmitidas por el agua y la sequía azota periódicamente algunos de los países más pobres del planeta.

Para valorizar aún más este recurso y sensibilizar a la humanidad respecto a la importancia del agua, la Asamblea General de la Organización de las Naciones

Unidas (ONU) adoptó el 22 de marzo de cada año como Día Mundial del Agua, a celebrarse a partir de 1993, en conformidad con las recomendaciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En el año 2003 se celebró por parte de la ONU el Año Internacional del Agua.

De acuerdo a la ONU, en los próximos 25 años, la mitad de la población del mundo va a tener serios problemas para encontrar suficiente agua para cubrir los requerimientos de irrigación y de uso humano. Actualmente, alrededor de 80 países, que representan el 40% de la población mundial, se encuentran con problemas serios de abastecimiento de agua. Se estima que estas condiciones van a tender



Figura 1: Ciclo del Agua o Hidrológico (Fuente: USGS)

a empeorar en la medida que la población mundial siga aumentando y que el calentamiento global siga afectando el clima del planeta.

En este sentido, un tercio de la población del planeta vive en regiones donde la demanda de agua supera la capacidad de abastecimiento. Los mayores problemas están ocurriendo en el Oeste de Asia donde el 90% de la población sufre serios problemas de abastecimiento. (1)

A pesar de las importantes inversiones realizadas en las 2 últimas décadas para proveer de agua potable y saneamiento a algunas regiones de Asia y África, las personas beneficiadas han sido menos que el crecimiento de la población en esas regiones.

La ONU ha estimado que proveer de agua potable y saneamiento a toda la población mundial para el año 2025 va a costar unos US\$ 180 billones cada año.

## El agua fresca es un recurso compartido

Las corrientes de agua forman un mosaico hidrológico en el mapa político del mundo. Raramente los límites de las cuencas coinciden con los límites administrativos y políticos de los países. Aproximadamente 1/3 de esas cuencas hidrográficas son compartidas por más de 2 países.

Muchos países comparten también acuíferos subterráneos. Estos almacenan las reservas de agua fresca y proveen el 50% del agua potable, agua para uso industrial y agua para riego agrícola.

En promedio, en los países desarrollados se gasta 10 veces más agua con fines domésticos que en los países subdesarrollados.

## El agua fresca es esencial para la seguridad alimentaria

La mayor parte del agua fresca en el mundo es utilizada para producir alimentos.

La agricultura representa el 80% del consumo mundial de agua, y se estima que aumentará en las próximas décadas la demanda de agua, para cubrir las necesidades de irrigación de los cultivos que permita cubrir las necesidades de alimentación del incremento poblacional.

Mientras una persona necesita unos 4 litros de agua por día en su dieta, se necesitan entre 2000 y 5000 litros de agua por día para producir los requerimientos diarios de alimento de una persona. Por lo tanto, con una población mundial de 6.000 millones de personas, se requieren 6.000 km<sup>3</sup> de agua para producir los alimentos necesarios para alimentarla.

Se estima que a nivel mundial el 60% del agua utilizada para irrigación es perdida debido a ineficiencias de los sistemas de riego y que solo con un 10% de aumento de la eficiencia se puede duplicar el acceso de agua potable a la población más pobre.

Los problemas del agua están generalmente más relacionados al mal uso y manejo que a la escasez propiamente dicha. Más del 50% del agua utilizada con fines domésticos en las ciudades y el 60% del agua utilizada en irrigación de cultivos es desperdiciada por ineficiencias de los sistemas de almacenamiento y distribución.

## El agua en el futuro

Los científicos han identificado los problemas de abastecimiento de agua fresca y el cambio climá-



tico como los dos más grandes problemas para la humanidad a resolver en este nuevo milenio. El consumo de agua mundial se ha triplicado desde 1950 y es estimado que en las próximas décadas aumentará un 40%. El continente africano es el que presenta mayores problemas de acceso al agua de su población. La deforestación, la urbanización desmedida, la expansión de la agricultura a zonas poco aptas y el sobrepastoreo han contribuido a agravar el problema de la erosión de suelos y la escasez y/o contaminación del agua en varias regiones del planeta.

Al ser el agua un recurso natural fundamental para la vida, pero escaso y muy vulnerable al deterioro, resulta fundamental realizar un uso sustentable de la misma, evitando su dilapidación, asegurando su pureza y evitando o mitigando los potenciales efectos contaminantes de las actividades humanas.

El desarrollo sustentable y el combate al hambre y la pobreza solo serán alcanzados a través de la implementación de inversiones en prácticas conservacionistas que protejan los cursos de agua, los humedales y los suelos de las cuencas hidrográficas que drenan en ellos.

### La situación de Uruguay

Uruguay se encuentra sin dudas en una región privilegiada en lo que respecta a la disponibilidad de agua dulce para su población y para el desarrollo industrial y agrícola. Gracias al agua, sus suelos y el clima, el territorio uruguayo está cubierto de una valiosa vegetación de praderas naturales que ocupan el 70% del territorio permitiendo un gran desarrollo de la ganadería, además de tener una gran extensión de tierras cultivables y forestales.

Las lluvias en esta región del planeta promedian los 1200 mm anuales distribuidas más o menos uniformemente durante todo el año, lo que ubica al país en el tercio superior de los países del mundo con más de 500 mm anuales. Además, como Uruguay se encuentra en una región de clima templado y relativamente húmedo, la demanda atmosférica (transpiración y evaporación) es menor comparada con muchas otras regiones del mundo. En general, la evapotranspiración es baja en invierno y alta en el periodo estival. A pesar de que la variación dentro del año y entre los años de las precipitaciones es importante, lo usual es que se presenten esporádicamente condiciones de déficit hídrico o sequías durante los meses de verano, y de excesos hídricos

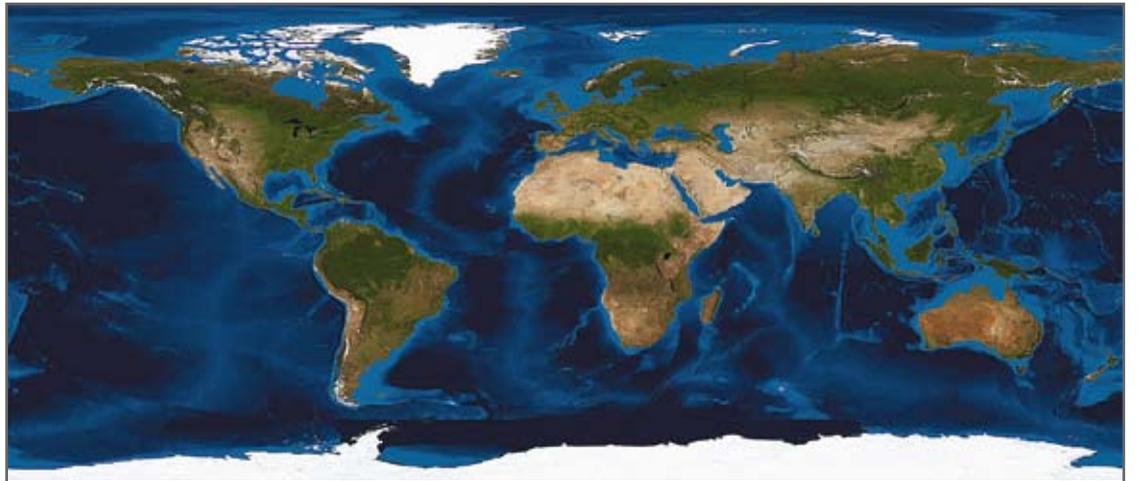


Figura 2: vista desde el espacio del planeta Tierra (Fuente: NASA)

durante el invierno. Estas variaciones repercuten con diferentes grados de magnitud en la producción agropecuaria, la generación de energía y el abastecimiento de agua.

El Uruguay cuenta con importantes recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En el país, las principales fuentes de agua dulce son tanto de la superficie (recursos hídricos superficiales) como del subsuelo (recursos hídricos subterráneos).

Con referencia a los recursos hídricos superficiales, el país puede ser dividido en 6 grandes cuencas hidrográficas: Laguna Marín, Río de la Plata, Río Negro, Río Santa Lucía, Río Uruguay y Océano Atlántico. Su territorio está cubierto en su totalidad por un complejo entramado de cañadas, arroyos y ríos que corren prácticamente durante todo el año y que desembocan en lagunas costeras, ríos o el océano. Las mencionadas cuencas presentan una red muy amplia de cursos de agua superficiales, privilegio que se extiende a casi todo el país y ofrece diversas y variadas formas de utilización. Cada una de estas cuencas recibe en particular un volumen delimitado de agua como consecuencia del tamaño de área que ocupa, del uso del suelo y de la intensidad y cantidad de las lluvias.

Algunos de estos cursos de agua pueden ser manejados para almacenar agua (represas) a los efectos de generar energía eléctrica, abastecer de agua a la población o para reservar agua de riego para los cultivos durante el verano. Sin embargo Uruguay no utiliza más del 5% de las aguas que escurren. El cultivo del arroz es el principal usuario de aguas de riego de origen superficial con fines agrícolas en el país. Le siguen otros riegos, el consumo humano y la industria.

Con referencia a los recursos hídricos subterráneos, se presentan en "mares subterráneos" a los que se accede perforando el suelo y se clasifican en fisurados y porosos. Los acuíferos fisurados están constituidos por

rocas impermeables afectadas por fallas por donde circula el agua como por ejemplo el de Salto. Los acuíferos porosos están constituidos por areniscas porosas saturadas de agua y forman los acuíferos de Raigón en el sur y de Tacuarembó en el Noroeste del territorio (40.000 km<sup>2</sup>). Mientras el primero es superficial y expuesto a la contaminación, el segundo es profundo y forma parte del conocido Acuífero Guaraní (el segundo más grande del mundo, ocupando parte de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, con una extensión aprox. de 1.000.000 km<sup>2</sup>). La calidad del agua de este acuífero es excelente tanto para el uso potable, como termal y el riego, no presentando hasta el momento signos evidentes de contaminación. Las estimaciones indican que su disponibilidad de agua sería suficiente para abastecer a una población del orden de los 360 millones de personas con una cantidad de 300 litros/día/habitante. Al tratarse de un acuífero compartido y de su gran valor estratégico se coordinan esfuerzos para su manejo sustentable conjunto entre todos los países.

Según la empresa estatal OSE, encargada del saneamiento y del abastecimiento de agua potable en el país, más del 98% de la población uruguaya tiene acceso al agua potable lo que lo coloca a

la vanguardia de Latinoamérica. Sin embargo, no toda su población tiene acceso al saneamiento. Esto ha sido un tema prioritario de la mayoría de los gobiernos y está contemplado en la propia Constitución de la República, por lo que se espera que mejore en el mediano plazo.

La Constitución de la República establece en su artículo 47 que la protección del medio ambiente es de interés general y que las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause degradación, destrucción o contaminación grave al medio ambiente. Se establece además que el agua es un recurso natural esencial para la vida y que el acceso al agua potable y saneamiento constituyen derechos humanos fundamentales.

### ¿Cómo conservamos el agua y evitamos su contaminación?

#### Agua de uso doméstico

Más del 40% del agua potable se pierde por ineficiencias del sistema de cañerías; en Uruguay este problema es muy importante.

A nivel doméstico se recomienda tomar las previsiones para no desperdiciar agua, cerrar bien las canillas, arreglar las roturas y no utilizar más agua de la necesaria para la higiene de la casa y el



Figura 3: Riego por aspersión



Figura 4: Arroyo Aguas Blancas

aseo personal. Por otra parte, como los desagües urbanos son focos potenciales de contaminación de las aguas de ríos, lagos y mares se recomienda extremar las precauciones con el vertido de sólidos y líquidos al agua residual que sale de las piletas de la cocina y los baños. Además de la basura, uno de los mayores problemas de contaminación de las aguas residuales está asociado a los aceites de uso doméstico. Se debe evitar arrojar por los desagües de la casa objetos sólidos, así como ciertas sustancias pastosas o líquidas contaminantes (pintura, aceite, grasa). Utilizar

rejillas que atrapen los materiales sólidos. Utilizar las dosis necesarias de detergentes, preferentemente biodegradables.

### Agua de uso industrial

Los principales impactos negativos de la agroindustria se relacionan con la contaminación atmosférica y acuática, la eliminación de los desperdicios sólidos y los cambios en el uso de la tierra en la zona de influencia. Algunas actividades industriales pueden ser una importante fuente de contaminación de aguas en la medida que no se

tomen los recaudos y controles necesarios. Los caudales de las aguas servidas varían, según el tipo y magnitud de la operación agroindustrial. Típicamente, los efluentes tienen un alto nivel de demanda de oxígeno y contienen sólidos suspendidos o disueltos. Además, puede haber otros contaminantes como residuos de pesticidas, aceites complejos, compuestos alcalinos o ácidos y otras sustancias orgánicas en las aguas servidas.

Las áreas principales donde existen alternativas para reducir el potencial de los impactos ambientales negativos, se relacio-

nan con la ubicación de la planta por su influencia en el entorno, con la operación de la planta, en la educación del personal y con el monitoreo de las actividades planificadas. En general, las medidas de control de la contaminación del agua utilizan los siguientes procesos: lagunas, neutralización, sedimentación, filtración, floculación, tratamiento activado de los lodos.

### Agua de uso agrícola

Como se vio la agricultura consume gran parte del agua dulce del mundo y además la eficiencia de los sistemas de riego es muy baja. Por lo tanto, el principal objetivo en los sistemas agrícolas debe ser cosechar más kilos de grano por cada litro de agua utilizado. Para lograr este difícil objetivo se deben utilizar y crear técnicas de riego más eficientes, utilizar manejos agronómicos que conserven y maximicen el agua almacenada en el suelo, plantar variedades adaptadas o tolerantes a la sequía y ajustar otras prácticas agronómicas tales como el manejo de los rastrojos, la rotación o secuencia de cultivos y la fertilización.

(1) El Programa Ambiental de la ONU fue publicado en el año 2003 y se encuentra en el siguiente sitioWeb: <http://www.unep.org/themes/freshwater/>



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA**










# Sistemas de riego

Ing. Agr., Ph.D. Claudio García

Existen diversos sistemas de riego para aplicar agua a las plantas. La elección de un sistema de riego para una situación particular debe seguir un proceso de planificación técnica donde se tenga en cuenta una evaluación de los diferentes recursos (ambientales, económicos, culturales, etc.). El análisis y comparación de las distintas alternativas serán las bases para seleccionar el sistema de riego adecuado.

## Clasificación de los sistemas de riego.

Los sistemas de riego pueden ser clasificados de acuerdo a la manera de aplicación de agua en el suelo. Según esto, se tienen sistemas de riego: por superficie, por aspersión y por goteo. En los sistemas de riego por superficie (Figura 1), se utilizan en general canales abiertos de tierra, con muy poca pendiente para la conducción y distribución del agua hasta los cuadros a ser regados y dentro de cada uno de los mismos la aplicación se realiza también por gravedad de diferentes maneras (surcos, fajas, etc.).

En el sistema de riego por aspersión (Figuras 2 y 3), se utilizan tuberías de PVC, aluminio u otro material que conducen el agua a presión, y la distribuyen hasta los diferentes puntos de salida (aspersores, cañones, pivots, etc.) en cada cuadro a regar. La tubería al estar con presión puede ser instalada en predios con diferente grado de pendientes, dentro de los límites para los cuales fue diseñado. El número deaspersores, dimensión de los cañones, así como del pivot va a depender entre

otros, del tamaño del área a ser regada, fuente de agua disponible, mano de obra de la explotación agropecuaria, etc.

Finalmente en la Figura 4, se presenta el riego por goteo, donde la conducción y distribución del agua se realiza de la misma forma que en el sistema de riego por aspersión, es decir por tubería cerrada. En general, utiliza menores presiones, y la aplicación se da por tubería o cinta de menor diá-

metro y presión, con puntos de salidas (goteros) de tamaño y volumen menores que losaspersores, pero con mayor cantidad de salidas, de manera de llegar con la cantidad de agua adecuada (lámina) al mayor número de plantas.

La cantidad de agua necesaria para atender las demandas hídricas de los diferentes cultivos es independiente del sistema de riego que se esté utilizando, y cada uno de ellos presenta

ventajas y desventajas. Por esto es que se necesita estudiar caso a caso para tomar la decisión correcta de cuál es el mejor sistema de riego para cada situación en particular.

No existe un sistema de riego mejor que otro, si el diseño y la operación del mismo contempla las necesidades de agua de la planta, en cuanto a satisfacer la demanda hídrica y se encuentra en armonía con los demás factores de producción.

## Eficiencia de los diferentes sistemas.

En general, los sistemas de riego por superficie gastan más cantidad de agua, por tener en exposición mayor volumen de agua a la evaporación, y además por tener mayores pérdidas por infiltración en el suelo al inicio de los riegos, hasta sellar los poros de los canales de tierra que son utilizados para la conducción y la distribución del agua.

Los sistemas de riego por aspersión, logran aplicar láminas de riego menores que el riego por superficie y en general esa aplicación se puede realizar más frecuentemente, lo que lo hace más eficiente desde el punto de vista de las necesidades de la planta. Los sistemas de riego por goteo son en general los que gastan menos agua, siempre que sean utilizados de la forma como fueron concebidos (riegos diarios para reponer el consumo de la planta). Además no mojan toda la superficie del suelo, sino que una porción bastante menor (en general 30% aproximadamente), lo que lo hace más eficiente en la relación de producto obtenido sobre lámina de agua aplicada.

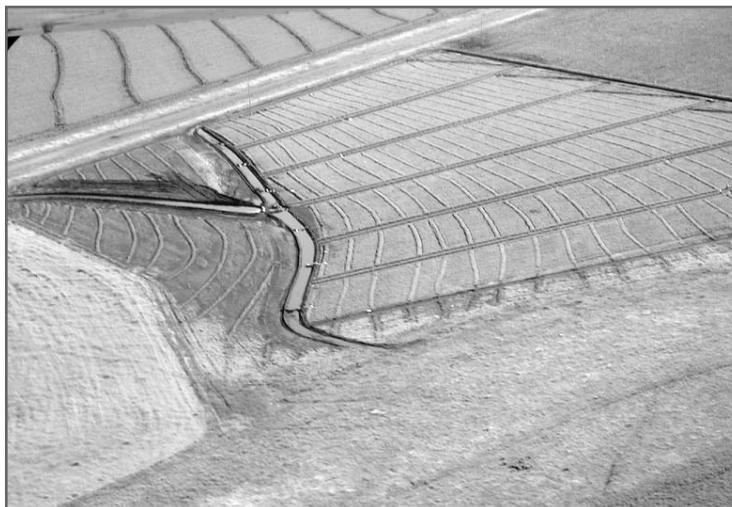


Figura 1. Riego por superficie en el cultivo de arroz, Salto, 2007.



Figura 2. Riego por aspersión (pivot central) en cultivo de papa, San José, 2005.



Figura 3. Riego con cañón autoenrollable en pradera, INIA Las Brujas, 2006.



Figura 4. Riego por gotero en cultivo de papa, San José, 2005.

# Cuidemos el suelo y la calidad del agua haciendo un correcto manejo de los desechos de los tambos

Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Alejandro La Manna  
Ing. Agr., M.Sc. Ernesto Restaino

## ¿Qué son los efluentes de tambos?

Los efluentes de tambos son desechos conformados por orina, materia fecal, tierra, barro y otros restos vegetales, que dejan las vacas en el tambo, sea en los corrales como en la sala de ordeño, y que son luego arrastrados por el agua de lavado de los tambos.

Al terminar el ordeño o extracción de leche las vacas vuelven al campo y se lavan los corrales.

## ¿Es mucha cantidad?

Si bien depende del manejo que se haga, las cantidades de efluentes en un tambo van a ser función de la cantidad de vacas, del tiempo que permanecen en los corrales, como tratemos a las mismas y la cantidad de agua que se utiliza en la limpieza. Por lo tanto, podemos decir que es una cantidad importante que tiene ser correctamente manejada.

## ¿Cuánta agua se utiliza en la limpieza?

Eso depende de cada tambo y el manejo en general; datos tomados de varios tambos muestran que se usan alrededor de 50 lts/vaca/día.

## ¿Por qué son contaminantes?

Los efluentes que son mal manejados pueden ser contaminantes de varias formas. Primero porque contienen bacterias que pueden afectar la salud. Segundo a través de la materia orgánica que componen las heces. Estos efluentes pueden filtrar el suelo y llegar a contaminar aguas de pozos o napas subterráneas. Asimismo, la materia orgánica puede entrar en contacto con un río o con un arroyo, se descompone extrayendo el oxígeno disuelto que hay normalmente en el agua limitando la vida acuática que lo necesita. Tercero, por los nutrientes que aporta cuando entra al agua. Esto se llama eutrofización del cauce de agua. Como consecuencia el arroyo o río se llena de plantas que a la vez luego mueren reiniciando otro ciclo de descomposición de materia orgánica. Por

último el tema de olores que muchas veces se generan provocando contaminación olorosa.

## ¿Cómo se deben manejar?

Para hacer un correcto manejo no debemos dejar que los efluentes escurran o se vayan desde el corral para cualquier lado. Debemos impedir que sigan las pendientes naturales terminando en algún curso de agua (río, arroyo o cañada), o queden acumuladas filtrando en el suelo

## ¿Existe una sola forma de manejar los efluentes?

No. Hay varias formas y métodos para acumularlos y considerar su uso posterior. Esto tiene que ver con el desarrollo de lagunas, o pozos de acumulación de distintas medidas, y con distintas combinaciones (una laguna, dos lagunas, profundidades, etc).

Para decidir cuál es la mejor opción es importante considerar el concepto de "matriz de riesgo".

## ¿Qué es la matriz de riesgo?

La "matriz de riesgo" es la consideración conjunta de dos variables: el riesgo geográfico de la contaminación y el riesgo que tiene el predio. Esta matriz permite caracterizar entonces los diferentes niveles de riesgo de los establecimientos. Aquellos predios que caigan en la matriz en AA, es decir alto riesgo geográfico y alto riesgo predial, serán quienes deban prestar mayor atención al manejo de efluentes.

Esta matriz compara el riesgo geográfico dado por la ubica-



ción del problema a resolver con las características intrínsecas del manejo del predio e infraestructura que hace y tiene el productor llamado en esta instancia riesgo predial. (tomado de La Manna y Malcuori, 2007)

**Riesgo de área geográfica**, es aquel que está dado por la ubicación de la sala de ordeño, las pendientes, el tipo de suelo y la cercanía a fuentes de agua para consumo humano y animal, arroyos, ríos y napas (o donde está el agua subterránea) etc.

Se puede clasificar este para efluentes como:

### Alto

- Sobre zona de recarga de acuíferos
- Cerca de toma de agua de ciudades
- Cercanía a cañadas de bajo caudal
- Suelos sin arcillas impermeables
- Napas poco profundas

### Medio

- Cercanía media a fuentes de agua para la población
- Cercanía a arroyos y ríos de gran caudal
- Napas medianamente profundas
- Pendientes pronunciadas

### Bajo

- Lejos de ríos y arroyos
- Napas profundas
- Pendientes suaves

### ■ Suelos poco permeables

**Riesgo predial**, es aquél dado por el manejo y las instalaciones y logística que hace y tiene el productor (horas de ordeño, suplementación en patios de alimentación, las instalaciones de ordeño, caminería, uso de agua de limpieza etc). Se puede clasificar este riesgo desde el punto de vista de los efluentes de tambo como:

### Alto

- Alto número de vacas
- Caminería e instalaciones mal diseñadas y/o subdimensionadas
- Ubicación y construcción del pozo de donde se extrae el agua sin sellado y hacia donde pueden correr los efluentes
- Muchas horas diarias en la rutina del ordeño
- Patios de alimentación
- Traslado de efluentes por concurrencia de aguas pluviales

### Medio

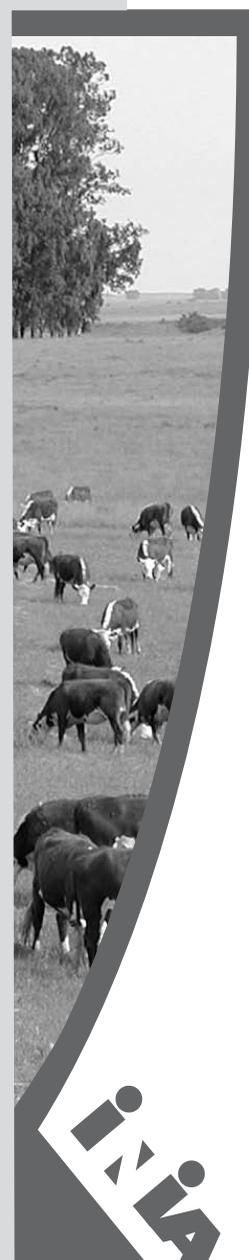
- Dependencia de trabajos diarios con efluentes sin posibilidades de tener un plan de contingencia o un pulmón para roturas o condiciones climáticas desfavorables
- Uso excesivo de agua para la limpieza de sala y corrales

### Bajo

- Sistemas diseñados para disminuir riesgos con buena capacidad de almacenamiento
- Posibilidades de seguir funcionando ante eventualidades

## ¿Como se utilizan los efluentes?

Los efluentes bien utilizados son una excelente fuente de fertilizantes como nitrógeno, fósforo y potasio agregando también muchos micro elementos.



		Riesgo área geográfica		
		Bajo	Medio	Alto
Riesgo Predial	Bajo	BB	BM	BA
	Medio	MB	MM	MA
	Alto	AB	AM	AA

Figura 1: Matriz de riesgo para efluentes de tambo

# Cambio climático

Unidad de Cambio Climático  
Dirección Nacional de Medio Ambiente  
Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Uno de los grandes problemas que enfrenta la humanidad es la determinación y el control de las actividades del hombre que pueden cambiar el clima de la Tierra.

Las acciones que el hombre ha realizado durante varios decenios y que continúan hasta la actualidad han aumentado la concentración de algunos componentes de la atmósfera y la introducción de nuevos gases.

Desde hace casi tres décadas se están realizando investigaciones coordinadas a escala mundial con el fin de prevenir el efecto invernadero y el consecuente calentamiento global para evaluar el impacto de estos fenómenos en el cambio climático de la Tierra. En el pasado han ocurrido variaciones y cambios en el clima. No obstante, en el momento actual la comunidad internacional evalúa el impacto del proceso de calentamiento que se desarrollaría en un lapso muy breve en comparación con los anteriores.

## Sistema climático

El estudio del clima incluye el relacionamiento e interacciones de los procesos atmosféricos con la superficie terrestre, los océanos, las zonas terrestres cubiertas de hielo (criósfera) y la vegetación y otros sistemas vivos tanto de tierra como de océanos (biosfera). El conjunto de estos

componentes y sus interacciones se conoce como “sistema climático”.

## Efecto invernadero

El sol, nuestra principal fuente de energía, transmite calor mediante el mecanismo de radiación. La radiación solar atraviesa la atmósfera y llega a la superficie terrestre sin grandes dificultades. Ésta absorbe gran parte de esa energía incidente lo que hace que la Tierra se caliente.

Nuestro planeta, al igual que cualquier otro cuerpo, es capaz de transmitir calor mediante el mecanismo de radiación. La radiación terrestre está dirigida al espacio. Sin embargo, parte de esa energía es absorbida por algunos gases que se encuentran en la atmósfera y que actúan como un único cuerpo. A su vez, los gases transmiten el calor absorbido en todas direcciones, hacia abajo, o sea hacia la atmósfera inferior y hacia la superficie terrestre. A esos gases capaces de absorber y de retransmitirnos parte del calor terrestre que habían adquirido, se les conoce como “gases de efecto invernadero”. Si estos no existieran, la parte de la atmósfera más cercana al suelo y la superficie terrestre estaría a unos 32° C por debajo de su temperatura actual.

Una de las formas de evaluar la magnitud del efecto invernadero es medir, desde satélites en el



Figura 2: Diagrama del efecto invernadero

espacio exterior, las cantidades de radiación emitidas tanto por la superficie terrestre como por la atmósfera. Su diferencia equivale al calor atrapado por los referidos gases.

Algunos componentes permanentes de la atmósfera son gases de efecto invernadero. Es el caso del vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el ozono (O<sub>3</sub>). Todos ellos se encuentran en escasas o minúsculas proporciones en la atmósfera.

## Intensificación del efecto

Desde la llamada Revolución Industrial, las concentraciones de gases de efecto invernadero se han incrementado sostenida-

mente y otros nuevos efectos se han estado incorporando en la atmósfera desde hace pocas décadas. Estamos entonces ante una intensificación del efecto invernadero originada en diversas actividades desarrolladas por el hombre. Esta situación se ve agravada porque los gases involucrados tienen tiempos de vida en la atmósfera que van desde décadas hasta siglos. Las principales causas de la intensificación son: el desarrollo de la industrialización global (aumento de concentraciones), la utilización de nuevas tecnologías (nuevas emisiones) y el crecimiento de población mundial (mayores consumos y actividades que producen gases de efecto invernadero). Como consecuencia de esas alteraciones, la “temperatura mundial”, que representa el promedio de la temperatura del aire a nivel de la superficie terrestre, aumentará.

Los diferentes gases no contribuyen en igual forma a la intensificación del efecto invernadero. Eso depende, entre otras cosas de su vida útil, de sus niveles de concentración y del poder de absorción de calor que tengan en la atmósfera.

Por una parte, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) resultante principalmente de la quema de combustibles fósiles, de la deforestación y de los cambios en el uso de tierras tropicales, es actualmente responsable de más del 60% del aumento del efecto invernadero. Mientras tanto el metano (CH<sub>4</sub>), proveniente de emisiones pasadas contribuye actualmente al 20% del aumento del efecto invernadero, siendo sus principales fuentes las actividades agrícolas (en particular, la plantación de arroz anegado y la cría de ganado), la disposición de desechos y la minería de carbón.

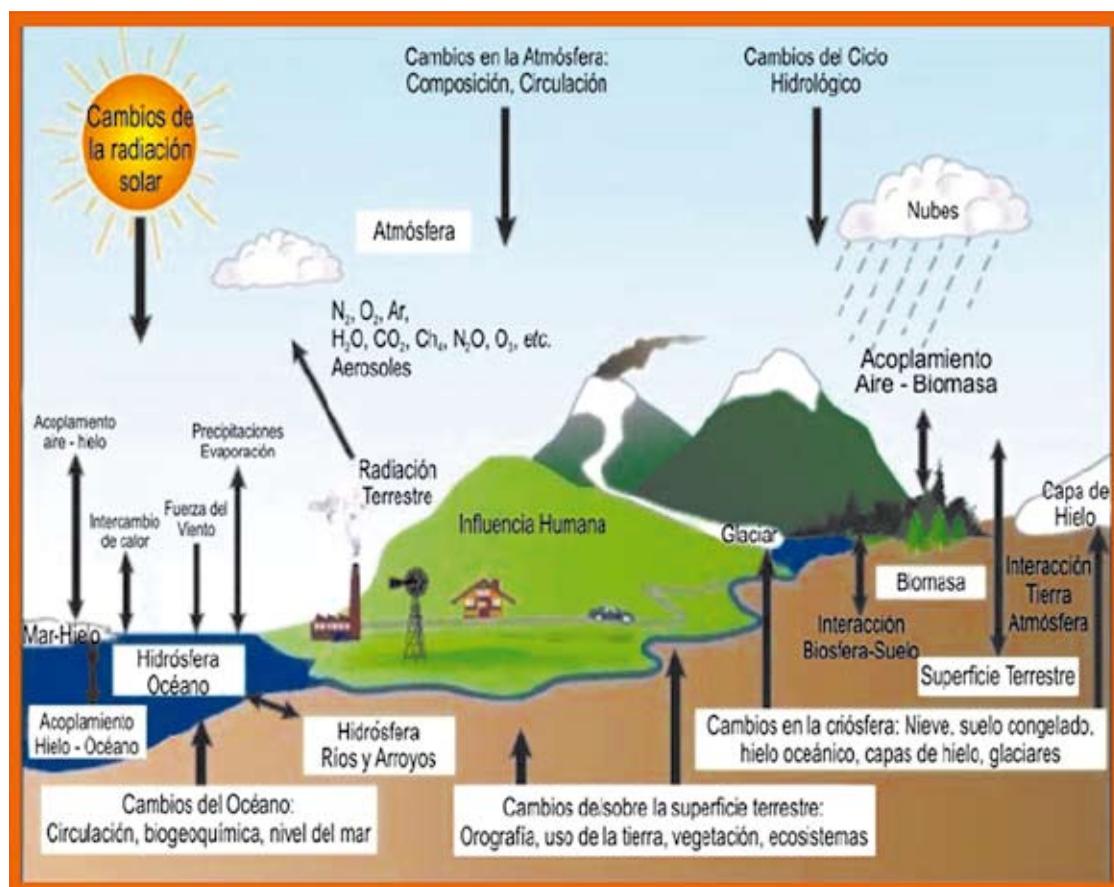


Figura 1: El Sistema Climático (Fuente: IPCC, 1995)



Los óxidos nitrosos (N<sub>2</sub>O), originados principalmente de prácticas agrícolas, del desarrollo de pasturas en tierras tropicales, de la quema de biomasa y de los procesos industriales contribuyen, junto a una serie de gases industriales y al ozono troposférico, al restante 20% de aumento del efecto invernadero.

### Impactos del cambio climático

Las consecuencias del calentamiento global serán variadas, en magnitudes y alcances (escalas espacial y temporal) y se están tratando de precisar mediante investigaciones, estudios y evaluaciones a cargo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Este órgano fue creado por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1988.

De los impactos previstos del Cambio Climático se señalan:

- modificaciones en las circulaciones atmosférica y oceánica (global y regional)
- incremento del nivel medio del mar
- cambios en la producción agrícola, en los ecosistemas terrestres, marinos y costeros así como en los recursos hídricos, en los regímenes de precipitaciones, en la humedad del suelo, en la silvicultura
- repercusiones vinculadas a los asentamientos humanos, a la salud humana y animal y a los recursos energéticos.

### Respuesta internacional

Una de las acciones de mayor magnitud a nivel global es la entrada en vigor de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que fue firmada durante la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (Cumbre de la Tierra), Río de Janeiro, en junio de 1992.

El objetivo final de la Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático.

Entre los principales compromisos se destacan: la reducción de las emisiones netas de los gases de efecto invernadero, la realización de Inventarios Nacionales de Emisiones y Absorciones de estos gases, la planificación de medidas de mitigación o de adaptación y la elaboración y presentación de las Comunicaciones Nacionales a las Partes en la Convención sobre

el Cambio Climático. En diciembre de 1997, la comunidad internacional reunida en Japón dio un nuevo paso para limitar las emisiones de gases efecto invernadero. Allí se adoptó el denominado Protocolo de Kyoto, con el propósito de reforzar los compromisos asumidos por los países desarrollados.

El mencionado Protocolo establece: metas concretas de limitación de emisiones para los países desarrollados, los gases sobre los cuales se aplicarán dichas reducciones, sistemas de registro para demostrar el cumplimiento de ello y mecanismos que ayudan a esos países a lograr dichas metas.

En base al principio de "responsabilidades compartidas pero diferenciadas", los países desarrollados cooperarán con los países en desarrollo a enfrentar la situación (técnica, tecnológica y financieramente).

### Respuesta nacional

Uruguay ha demostrado desde muy temprana fecha su preocupación por atender el problema del cambio climático, que afecta a

toda la comunidad internacional. En tal sentido ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el año 1994 y posteriormente el Protocolo de Kyoto en el año 2000.

El Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) tiene la responsabilidad en materia de aplicación de la referida Convención y del Protocolo de Kyoto, así como del desarrollo de las políticas nacionales relacionadas con el tema.

A los efectos de mejorar la capacidad nacional para aplicar la Convención, cumplir con los compromisos emergentes de la misma y desarrollar el ejercicio de sus competencias en materia de Cambio Climático, el MVOTMA creó en el ámbito de la Dirección Nacional de Medio Ambiente, la Unidad de Cambio Climático, en el año 1994.

La elaboración de las Comunicaciones Nacionales es uno de los principales compromisos asumidos por nuestro país en cumplimiento de la Convención. A través de las mismas se comunica a la Conferencia de las Partes los

inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, los programas de medidas generales para la mitigación y la adaptación al cambio climático, así como toda otra información relevante al cumplimiento de los objetivos de la Convención.

Nuestro país se ha destacado y es reconocido por la comunidad internacional en relación a la preparación y a la presentación de sus Comunicaciones Nacionales. La Comunicación Nacional Inicial de Uruguay fue presentada ante la Convención en oportunidad de la realización de la Tercera Conferencia de las Partes en Tokio, Japón, en el año 1997, siendo el tercer país en desarrollo en presentarla. La Segunda Comunicación Nacional de Uruguay, fue presentada en el año 2004, siendo el primer país en desarrollo en hacerlo siguiendo las nuevas directrices aprobadas en noviembre de 2002 por la Conferencia de las Partes.

Uruguay se encuentra elaborando su Tercera Comunicación Nacional, siendo el primer país en desarrollo en recibir apoyo financiero para ello.

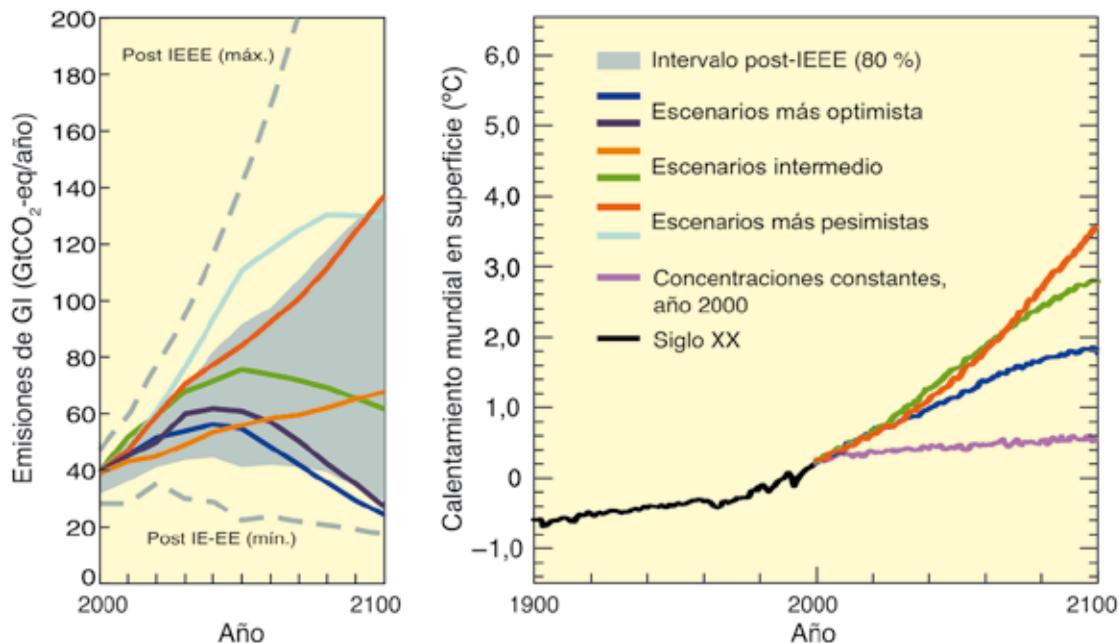


Figura 3: Escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 (en ausencia de políticas climáticas adicionales), y proyección de las temperaturas en superficie

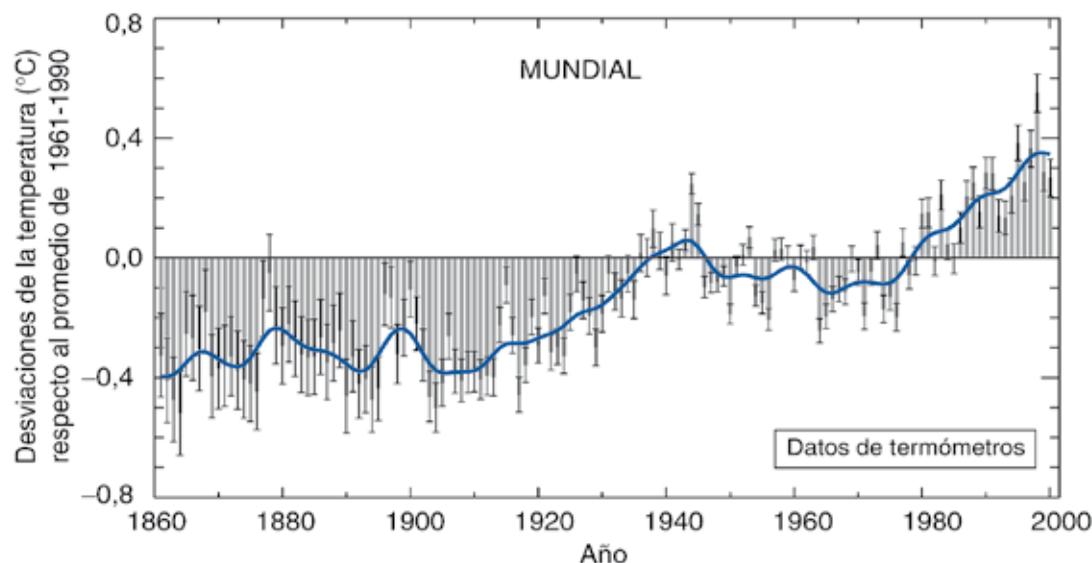


Figura 4: Temperaturas medias globales combinadas del aire sobre las superficies terrestres y marinas de 1861 a 1989, en comparación con el promedio de 1951 a 1980 (Fuente: IPCC, 2001)

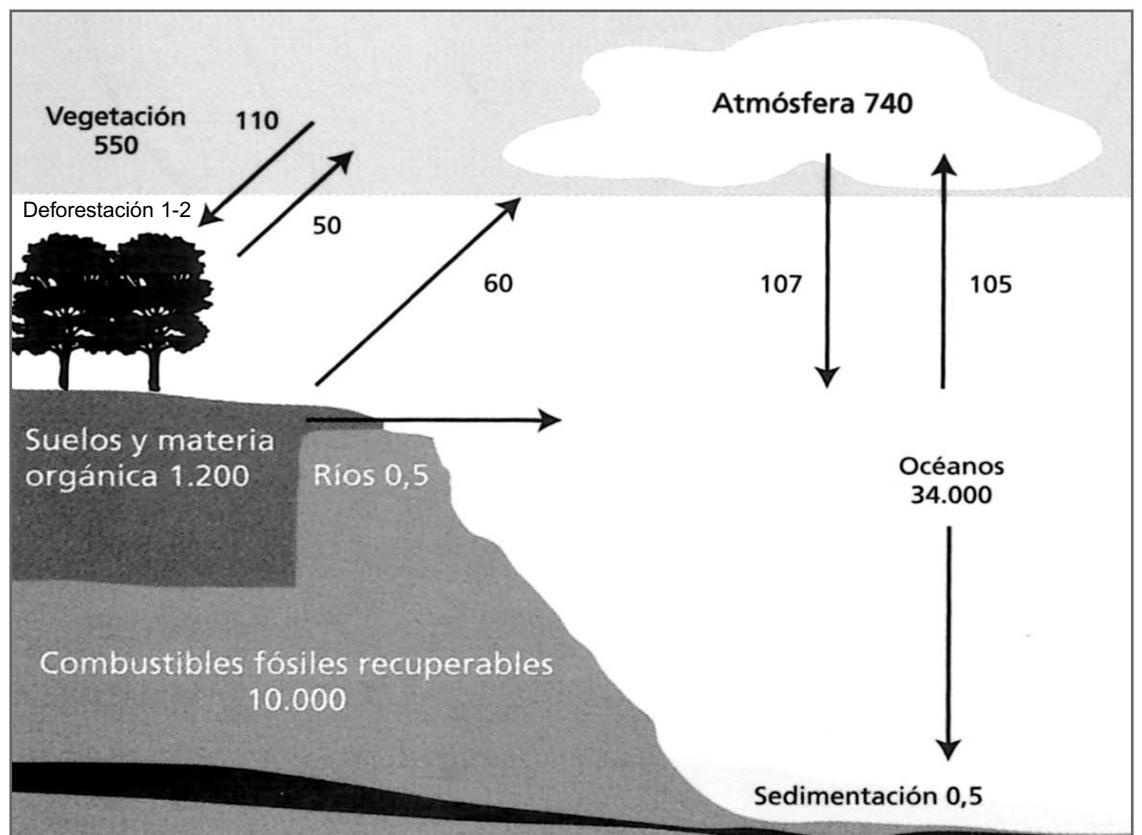


# Secuestro de carbono

Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Jorge Sawchik

Los suelos de uso agrícola, cuando son manejados en forma incorrecta tienden a degradarse o en otras palabras a perder su calidad. Este proceso de degradación actúa sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas. La degradación química implica la pérdida de la fertilidad natural del suelo debido por ejemplo a procesos de erosión, mientras que la degradación física se manifiesta por la pérdida de porosidad, reducción del tamaño y estabilidad de los agregados del suelo (pérdida de estructura) y aparición de zonas compactadas, relacionadas con un uso muy intensivo del laboreo. El impacto de estos fenómenos de degradación en la biología del suelo es importante y determina la pérdida de la capacidad de funcionamiento del suelo.

Debemos recordar que el suelo tiene cuatro grandes componentes: a) la fracción mineral; b) la fracción líquida, constituida por el agua almacenada por ese suelo; c) la fracción gaseosa, que brinda la función de aireación fundamental para el crecimiento de las plantas y d) la fracción orgánica constituida por la materia orgánica y los organismos del suelo. En general, un suelo degradado tendrá un menor contenido de materia orgánica, pero además una menor capacidad de retener agua y una menor disponibilidad de oxígeno para las plantas. La materia orgánica del suelo se refiere al contenido total de material orgánico y está compuesto entre otros por residuos vegetales y animales en descom-



Esquema del Ciclo del carbono

posición, la biomasa microbiana y el humus. La materia orgánica está constituida por aproximadamente un 58 % de carbono por lo que suele también utilizarse o hablarse del carbono orgánico del suelo.

Generalmente, luego de varios años de cultivos en un suelo, sin la aplicación de prácticas de conservación, el contenido de materia orgánica tiende a descender lo que afecta directamente la capacidad productiva y la calidad del recurso. La materia orgánica es sin duda el mejor indicador de calidad de un suelo y es sen-

sible o afectada por las prácticas de uso y manejo que realiza el agricultor. Además tiene un impacto directo sobre funciones muy importantes del suelo como por ejemplo, la liberación de nutrientes para los cultivos, la disponibilidad de agua, la condición física para el crecimiento de las plantas, entre muchas otras.

## ¿Que entendemos por secuestro de carbono?

El carbono del aire ( $\text{CO}_2$ ) es tomado por las plantas a través de la fotosíntesis e incorporado

a la estructura de las mismas. Cuando las plantas mueren, el carbono contenido en las hojas, tallos y raíces sufre un proceso de descomposición y pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo. Este flujo de carbono ha mantenido el nivel de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera a niveles razonables y estables durante miles de años. Sin embargo, en los últimos años, el hombre, a través del uso masivo de combustibles fósiles, ha aumentado las emisiones de éste y otros gases (comúnmente llamados gases de efecto invernadero) a la atmósfera, con las





conocidas consecuencias sobre el calentamiento global. Dentro de la complejidad que tiene el ciclo del carbono a nivel global, se pueden utilizar prácticas de manejo a nivel agrícola, que reduzcan el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera incrementando o secuestrando carbono en el suelo. Esto es, transformar una emisión de este gas en un aumento persistente de la capacidad de almacenaje de carbono en los suelos. Este carbono es entonces removido del pool disponible para ser reciclado en la atmósfera. Cabe mencionar, sin embargo, que la agricultura a nivel mundial es responsable en la actualidad de alrededor de un 25 % de las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

### ¿Cómo podemos aumentar el contenido de carbono en los suelos?

Resulta claro que si manejamos un suelo con laboreo excesivo, y con bajo agregado de residuos el contenido de carbono o materia

orgánica de ese suelo comienza a disminuir con el tiempo. Los resultados nacionales e internacionales demuestran claramente este hecho partiendo de situaciones diferentes. Hablamos en este caso de que tenemos un balance de carbono negativo. En otros casos, la cantidad de carbono que entra al suelo por vía de residuos o sea la ganancia se ve equilibrada con la pérdida por vía de erosión u oxidación de la materia orgánica. En este caso estamos ante un balance neutro de carbono. El ideal es buscar y promover aquellas prácticas agrícolas que determinen un balance neto positivo de carbono en los suelos. Por ejemplo, la adopción de sistemas de siembra directa bien manejados puede permitir alcanzar balances positivos. Para tener éxito, este sistema se debe aplicar integralmente utilizando esquemas de rotación de cultivos que devuelvan una gran cantidad de residuos al suelo y que mantengan una buena cobertura del mismo durante todo el año.

También está implícito en este sistema, la eliminación de todo tipo de laboreo, de manera además de regenerar las propiedades físicas del suelo (aumento de la porosidad, aumento de la velocidad de infiltración) y por otro lado suprimir completamente la quema de residuos. Esto reducirá además la erosión del suelo que es al mismo tiempo una vía importante de pérdida de carbono. Otra práctica de manejo adecuada es la inclusión en estos sistemas, de pasturas de gramíneas y leguminosas, ya que el aporte de carbono a través de las raíces es sumamente importante. En algunos sistemas agrícolas se pueden utilizar además cultivos de cobertura de corta duración que protegen al suelo de la erosión y producen residuos que alimentan al suelo. Otra vía potencial de mejora en el balance de carbono y muy difundida en el país es el mejoramiento de pasturas (por ej. los mejoramientos de campo natural con especies de mayor productividad) pues

una mayor productividad determinará un mayor retorno de carbono a los suelos.

Todas estas prácticas varían en su impacto en el balance de carbono según el clima, el régimen hídrico, el tipo de suelo y por ello se requieren trabajos de investigación locales que consideren estos factores para poder realmente lograr el objetivo propuesto.

Sin duda el secuestro de carbono en los suelos es un tema complejo pero es claro que la ganancia de carbono en un sistema tiene beneficios productivos y ambientales. Como vimos, existe un impacto directo de la ganancia de materia orgánica en múltiples propiedades del suelo que afectan a su vez directamente la productividad de los cultivos. Pero por otro lado, y ante un escenario de calentamiento global, la reducción de las emisiones de  $\text{CO}_2$  y el secuestro de carbono en los suelos tiene un impacto ambiental de mucha relevancia.



# INIA y los biocombustibles

Bach. Química Florencia Moreno

## Los Biocombustibles

Los biocombustibles son todos aquellos combustibles gaseosos, sólidos o líquidos, obtenidos a partir de materias primas de origen biológico.

Dentro de los biocombustibles gaseosos resultantes de actividades agropecuarias encontramos, por ejemplo, al biogás obtenido a partir del tratamiento de las excreciones de los rumiantes. En el caso de los biocombustibles sólidos encontramos, entre otros, a la leña, cáscara de arroz y a todo tipo de biomasa que sea quemada para recuperación energética. Por último, en el caso de los biocombustibles líquidos, encontramos como ejemplos principales al biodiesel que se obtiene a partir de aceites vegetales o grasas animales y al bioetanol que se obtiene a partir de distintos procesos de fermentación de azúcares productos de cultivos sacarígenos o amiláceos.

## Biocombustibles en el Uruguay

Hace ya algunos años se ha empezado a prestar mayor atención a la problemática de la diversificación de la matriz energética nacional y a la necesidad de buscar fuentes alternativas de energía.

Dentro de estas alternativas energéticas se intentan conjugar dos aspectos muy importantes: el ambiental, buscando fuentes de energía más "limpia", y la independencia de un recurso con el que Uruguay no cuenta y cuyo precio cada vez es mayor: el petróleo.

Es así que empiezan a surgir en distintos puntos del país, algunas iniciativas de producción de biocombustibles, principalmente biodiesel que es un sustituto del gasoil.

También, desde el punto de vista legal, comenzaron a surgir distintos proyectos de ley buscando regularizar tanto la producción como el uso de estos biocombustibles líquidos. Es así que actualmente se espera la reglamentación de una ley ya aprobada que va a obligar, a partir de enero del 2009, a la incorporación de dos biocombustibles líquidos, el biodiesel y el bioetanol, en todo el gasoil y nafta que se expendan en el territorio nacional.

De la mano con todas estas iniciativas, también surge la necesidad de generar información técnica al respecto, para lo que se comienzan a formar diversos grupos de trabajo conformados por instituciones implicadas directa o indirectamente en el tema.

## INIA y los Biocombustibles

Valorando la importancia de la temática y la necesidad de comenzar a realizar actividades de investigación al respecto, es que en el transcurso de los años 2003 y 2004 se comienzan a relevar necesidades de conocimientos y demandas específicas de distintos actores del sector agropecuario nacional. La producción de biodiesel para autoconsumo en mini plantas integradas, era en ese entonces un nuevo agro negocio que se comenzaba a difundir cada vez más a nivel nacional y por tal motivo resultaba de suma importancia la realización de estudios que apoyaran dichos emprendimientos del sector agropecuario. A tales fines se elabora el proyecto: "Evaluación de la factibilidad de producción de Biodiesel de calidad en mini plantas integradas utilizando materias primas no convencionales", (Unidad GRAS del INIA, proponente y responsable ejecutivo Ing. Agr. M.Sc. Agustín Giménez).

El proyecto tuvo como principales objetivos: a) estudiar la factibilidad de producción de biodiesel de buena calidad en pequeñas plantas integradas, generando alternativas técnicas relativas a la construcción y manejo operativo de la miniplanta a tales fines, b) evaluar materias primas no tradicionales para la producción de biodiesel en mini plantas, c) servir como punto de referencia para visitas, consultas y asesoramiento a productores, cooperativas agropecuarias, estudiantes, e instituciones y empresas

públicas y privadas interesadas en el tema, y d) ser una plataforma operativa experimental de producción de biodiesel que sirviera de base a otras iniciativas de investigación en el tema.

Es así que se instala en la Estación Experimental del INIA Las Brujas, una mini planta experimental para la producción de Biodiesel, la cual comenzó a estar operativa a fines de 2007.

La planta experimental de INIA está diseñada para comenzar el proceso de producción partiendo desde la extracción del aceite, buscando evaluar el proceso desde el prensado de las semillas hasta el producto final, pasando por los subproductos que se generan durante el mismo: torta de semillas y glicerol. Dicho de otra forma, a la planta llega el grano y sale el biodiesel, el glicerol y la torta de semillas que se obtiene del prensado.

El proceso instalado es el siguiente:

- Prensado de las semillas para obtener el aceite.
- Decantado del aceite para separar las borras.
- Filtrado del aceite.
- Secado del aceite.
- Preparación de la mezcla alcohol-catalizador (Metanol con Soda Cáustica).
- Reacción del aceite con la mezcla alcohol-catalizador.
- Decantación para separar el glicerol formado.
- Recuperación del Metanol remanente en el biodiesel (se

agrega Metanol en exceso para ayudar al avance de la reacción, prácticamente el doble del que se precisa sólo para la reacción en sí).

- Lavado del biodiesel con agua.
- Secado del biodiesel.
- Filtrado del biodiesel.

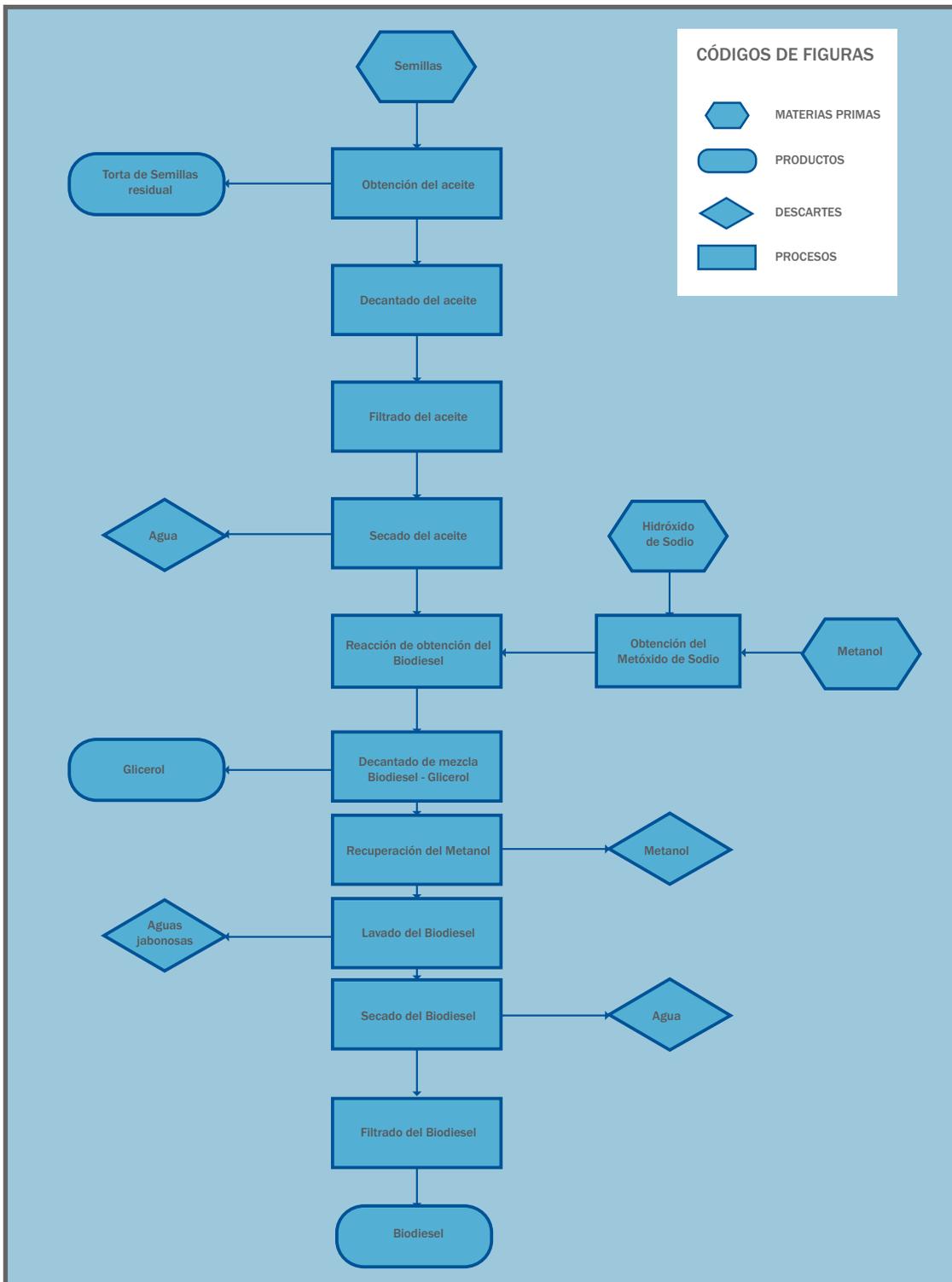
La capacidad instalada está limitada por la capacidad de producción de aceite de la prensa, que es de aproximadamente 250 litros de aceite por día. Dependiendo mucho del grano con el que se esté trabajando, ésta sería la capacidad de producción de biodiesel de la planta. Si se ampliase la capacidad de extracción de aceite, el volumen podría llegar hasta los 1.000 litros diarios.

Se realizaron los ajustes necesarios en el proceso y calibración final de la planta trabajando con semilla de girasol como materia prima y posteriormente se evaluó como materia prima "no convencional" descartes de granos de soja (principalmente por grano partido).

Además del trabajo en la evaluación de materias primas y el ajuste del proceso de producción en sí, la planta ha recibido numerosas visitas tanto de productores que ya están produciendo su propio biodiesel, como de interesados en el tema provenientes de asociaciones rurales, cooperativas agropecuarias, grupos de estudiantes, técnicos del exterior y diversas instituciones públicas nacionales.

La planta experimental de producción de biodiesel del INIA está también cumpliendo el objetivo de servir de plataforma





operativa para otros proyectos de investigación. A partir de agosto de 2007 se comenzó a ejecutar en el marco del Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) el proyecto "Biocombustibles líquidos a partir de cultivos no tradicionales en el Uruguay", el cual utilizará la planta experimental de biodiesel en algunas etapas de su desarrollo. Se trata de un proyecto con enfoque en cadenas, buscando evaluar la producción de biocombustibles

líquidos desde la fase agronómica hasta la tecnológica de la producción de biocombustibles en sí, considerando los impactos económicos, ambientales y sociales. Participan investigadores del INIA, y de las Facultades de Agronomía, Química, de Ciencias y de Ingeniería. Las cadenas que se estudiarán son las correspondientes al bioetanol y al biodiesel, para las cuales se seleccionaron diferen-

tes materias primas. En el caso del bioetanol se eligió trabajar con sorgo azucarado (sacarígeno), boniato (amiláceo) y pastos perennes (ligno-celulósicos), buscando abarcar distintas alternativas para la obtención del combustible.

En el caso del biodiesel se está experimentando con canola, colza y ricino, con evaluación de cada aceite con tres tipos de alcoholes: metanol, etanol absoluto y etanol rectificado. En este Proyecto, el trabajo de la planta experimental de Biodiesel en INIA, será evaluar la producción a escala piloto de las materias primas seleccionadas a partir de los parámetros brindados por la facultad de Química, la que estará a cargo de la optimización, a escala de laboratorio, de la producción a partir de cada combinación aceite-alcohol mencionados anteriormente.

Otras actividades conducidas por INIA en esta temática son la evaluación de variedades de sorgo azucarado para producción de

bioetanol, (en el marco de un acuerdo de trabajo con ANCAP) y la introducción de variedades de ricino y colecta de poblaciones locales de esta especie, para su evaluación en la producción de biodiesel. Además, en el Proyecto de Mejoramiento de Boniato en INIA, se busca desarrollar cultivares con características específicas para la producción de alcohol. Se han identificado algunos genotipos obtenidos localmente que superan el valor de 30% de materia seca y alcanzan rendimientos promisorios (30 a 40 ton/há). Hasta el presente estos clones avanzados han demostrado una buena adaptación al cultivo en las Estaciones colaboradoras de INIA (Las Brujas, Tacuarembó y Salto Grande) y se han comenzado a multiplicar para su evaluación a nivel comercial. La ejecución del proyecto PDT, ya mencionado, permitirá avanzar en la caracterización química del germoplasma de boniato disponible para la producción de etanol. Asimismo se podrá cuantificar su rendimiento en etanol para estimar la viabilidad de su producción.

Se entiende que el cultivo de boniato justifica ser considerado y evaluado para cualquiera de los planes en producción de etanol combustible, en nuestro país. Eventualmente podría complementar los otros cultivos considerados, permitiendo diversificar opciones y ampliar la utilización de la capacidad industrial a instalar.

Con los rendimientos alcanzados en producción mejorada a nivel local, se puede obtener un rendimiento en alcohol de hasta 5.000 lts/ha, en 4 meses de ciclo, en base a información de otras regiones. Otros cultivos alternativos tendrían rendimientos en alcohol por unidad de superficie inferiores. Además, esos cultivos requieren períodos más largos de cultivo y presentan el problema de la zafralidad de la producción,

El cultivo se adapta a productos de cualquier escala por ser fácilmente mecanizable, en especial en suelos de textura liviana. A diferencia de otros cultivos alternativos, la cosecha o procesamiento de la materia prima se puede realizar de acuerdo a necesidad industrial, a lo largo del año. Para facilitar el transporte y/o conservación se puede realizar una transformación previa en forma de chips o harina, para luego culminar el proceso industrial. Asimismo, los descartes de la producción para consumo fresco por defectos de tipo comercial o sobrantes pueden destinarse al proceso industrial, sin dificultad.



# El suelo

Adaptado de "Suelos", MGA, Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger, 1971 y "El Suelo: como se conserva, como se destruye", MAP, INC, IICA.

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan. También en el suelo las raíces encuentran el aire necesario para vivir.

El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad; consta de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente paralelas a la superficie. Cada uno de los horizontes del suelo tiene distintas propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes de un suelo se le llama perfil.

El perfil de un suelo se puede observar en un corte de caminos o en una barranca.

**Horizonte A:** capa superior, más oscura y fértil, con más raíces. Es la capa arable del suelo.

**Horizonte B:** capa más arcillosa, menos fértil y con menos raíces.

**Horizonte C:** capa más profunda. Prácticamente sin raíces.

## Composición del suelo

El suelo tiene cinco grupos de componentes:

- Materia mineral
- Materia orgánica
- Agua
- Aire
- Seres vivos

La materia mineral es el componente más abundante del suelo. Está formada por partículas que varían de tamaño desde pequeñas piedras hasta partículas de arcilla que no se pueden ver siquiera con un microscopio común. La materia mineral que forma el suelo se agrupa según su tamaño en tres fracciones:

Arena: de 2 a 0.05 mm

Limo: de 0.05 a 0.002 mm

Arcilla: menor a 0.002 mm

La materia orgánica (humus) se forma con la incorporación de restos animales y vegetales. Es muy importante para la fertilidad ya que desde ella, los microorganismos que viven en el suelo, liberan nutrientes para las plantas. La materia orgánica le da al suelo su color oscuro característico.

Entre los sólidos del suelo (minerales y materia orgánica) se ubican los poros que son ocupados por agua y aire, de manera variable.



En general los poros más grandes están llenos de aire, necesario para que respiren las raíces y pequeños animales que viven en el suelo.

Los poros pequeños son los que almacenan agua. El agua es importante pues tiene sustancias minerales necesarias para la nutrición de las plantas.

## Textura de los suelos

La textura está determinada por la materia mineral que forma el suelo. Así hablamos de suelos arenosos o arcillosos. Los suelos en los que predomina la fracción arena son permeables al agua y al aire y fácilmente trabajables (lo que se considera que son buenas propiedades físicas). Son suelos relativamente sueltos, livianos, pero de baja fertilidad.

Los suelos arcillosos en cambio son pegajosos si están húmedos y muy duros cuando secos. Sólo se pueden trabajar dentro de cierto rango de humedad. Tienen por lo tanto malas propiedades físicas pero son los más fértiles. Se les conoce como suelos pesados.

Entre estos dos extremos hay un amplio rango de situaciones, de acuerdo al porcentaje de las distintas fracciones minerales que componen el suelo.

Cuando hay un equilibrio de las tres fracciones (arena, limo y arcilla) se habla de suelos francos o de texturas medias. Estos son suelos equilibrados entre sus propiedades físicas y fertilidad.

## Fertilidad de los suelos

La fertilidad de un suelo se refiere a su capacidad para aportar

nutrientes a las plantas que crecen en él. La fertilidad de un suelo depende principalmente de su contenido en materia orgánica y de su textura.

A mayor contenido de materia orgánica más fértil es el suelo, ya que es a partir de ella que los microorganismos que viven en el suelo liberan elementos nutritivos para las plantas.

Por su parte cuanto más arcilloso es un suelo mayor fertilidad tiene, ya que posee más capacidad para retener nutrientes.

## Suelos del Uruguay

Entre los principales tipos de suelos del Uruguay en forma genérica se pueden destacar:

- Praderas arenosas
- Suelos superficiales
- Praderas pardas y negras
- Planosoles

Las praderas arenosas son los suelos más profundos del país (hasta 3 metros de profundidad). Tienen un horizonte A de color pardo grisáceo o rojizo. Son suelos de baja fertilidad pero con capacidad de almacenar mucha agua lo que los hace muy resistentes a la sequía. Por otra parte su bajo contenido de materia orgánica los hace muy sensibles a la erosión. Predominan en el norte y noreste del país. Son suelos muy adecuados para forestación.

Suelos superficiales: suelos de poco espesor (30 cm o menos). Generalmente pasan del horizonte A, a la roca que les dio origen. Son suelos poco resistentes a la sequía por su poca capaci-

dad de almacenar agua. No se pueden laborear, teniendo como destino el pastoreo de animales. Se encuentran sobre todo en el centro, este y litoral norte.

Praderas pardas y negras: son los más abundantes del país. El horizonte A es de color pardo oscuro a negro. La fertilidad natural es de media a alta. Aparecen en el sur y litoral del país. Normalmente se destinan a agricultura o ganadería intensiva (engorde de animales o lechería).

Los planosoles aparecen en zonas bajas planas en el este del país. Tienen un horizonte B muy arcilloso e impermeable, que provoca condiciones de saturación de agua en los periodos invernales en los que se da excesos de lluvia y condiciones de sequía en el verano. Su productividad es baja pero son muy adecuados para el cultivo del arroz.

## Erosión

La erosión es el desprendimiento y arrastre de parte del suelo por acción de la lluvia o el viento. La erosión se lleva la capa superior (horizonte A) por tanto la parte más fértil del suelo.

La erosión se produce por efecto de las gotas de lluvia que provocan impacto contra suelos descubiertos de vegetación. Esto produce el desprendimiento de partículas que al quedar sueltas son arrastradas por el agua de lluvia que escurre sobre el suelo.

Algunos suelos se erosionan más fácilmente que otros.

Las causas que influyen en esto son: el tamaño de las partículas que forman el suelo y la fuerza de su unión, la facilidad con la que el agua penetra en el suelo y su profundidad y la pendiente del terreno (en lugares de mayor pendiente el agua corre a más velocidad).

De acuerdo al uso que tenga el suelo será su riesgo de erosión. Los suelos que permanecen descubiertos (que han sido arados o laboreados) tienen mayor riesgo. Para lograr una adecuada conservación de los suelos se deben tomar medidas de manejo tales como: trabajar la tierra con la humedad correcta, usar herramientas apropiadas, en chacras con declive arar en forma transversal a la pendiente. En los últimos años con la generalización del sistema de siembra directa se está contribuyendo a una mejor conservación de los suelos en nuestro país.

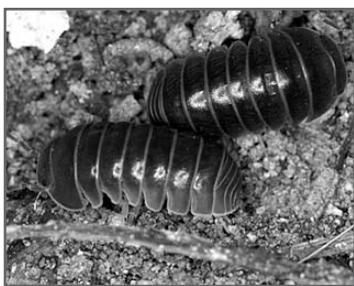
## La biodiversidad del suelo

# Su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas

Ing. Agr., M.Sc. Stella Zerbino  
Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Nora Altier

El suelo es uno de los ecosistemas más diversos y complejos que existen en la naturaleza; en ningún sitio del planeta existe en un pequeño espacio tanta diversidad de vida. El suelo es el único ambiente que combina las fases sólida, líquida y gaseosa formando una matriz tridimensional. La compleja naturaleza física y química, su estructura porosa y el suministro de materiales orgánicos extremadamente diferentes, proporcionan una heterogeneidad de alimento y de hábitat que permiten en él la coexistencia simultánea de una gran diversidad de flora y fauna.

En el suelo se desarrollan organismos que se encuentran en permanente interacción y que contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida en el planeta, son los llamados organismos edáficos, los que en su conjunto mantienen el funcionamiento sustentable de los ecosistemas. Por ejemplo, intervienen en los ciclos de nutrientes, regulan la dinámica de la materia orgánica, secuestran carbono y regulan la emisión de gases invernadero, modifican la estructura física del suelo y actúan sobre el régimen del agua y la erosión.



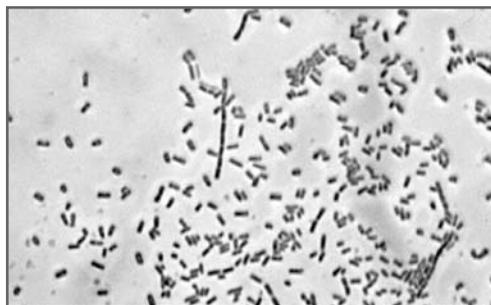
Bicho bolita



Carábido



Ácaro



Bacterias



Bicho bolita

### Actividades de la microflora y fauna del suelo en el proceso de descomposición y en la estructura del suelo

CATEGORÍA	CICLADO DE NUTRIENTES	ESTRUCTURA DEL SUELO
<b>Microflora</b> Bacterias Hongos	-Catabolizan material orgánica -Mineralizan e inmovilizan nutrientes	-Producen compuestos orgánicos que unen los agregados. -Las hifas unen partículas y agregados
<b>Microfauna</b> Nematodos Protozoarios Ácaros (pequeños)	-Regulan las poblaciones de bacterias y hongos -Intervienen en el reciclado de nutrientes	-Pueden afectar la estructura de los agregados mediante sus interacciones con la microflora
<b>Mesofauna</b> Ácaros Collembolos Artrópodos (pequeños) Enquitridos (lombrices pequeñas)	-Regulan las poblaciones de hongos y de la microfauna -Intervienen en el reciclado de nutrientes -Fragmentan restos vegetales	-Producen pelotas fecales -Crean bioporos. -Promueven la humificación
<b>Macrofauna</b> Lombrices Enquitridos (grandes) Bicho bolita Diplopodos Quilopoda Moluscos Insecta (larvas y adultos)	-Fragmentan restos vegetales -Estimulan la actividad microbiana	-Mezclan partículas orgánicas y minerales -Redistribuyen la materia orgánica y los microorganismos -Crean bioporos -Promueven la humificación -Producen pelotas fecales

En consecuencia mejoran la eficiencia en la adquisición de nutrientes por parte de las plantas y su estado sanitario.

El tamaño del cuerpo de los organismos varía desde aquellos que son invisibles al ojo humano, como las bacterias, algas, hongos y protozoarios, los de tamaño relativamente mayor pero que aún no son visibles, como los nematodos y los micro artrópodos, hasta organismos de gran tamaño - y fácilmente visibles - como por ejemplo las lombrices, los insectos y las raíces de las plantas.

El conjunto de organismos que viven parte o toda su vida en la superficie o dentro del suelo construyen una trama organizada en diferentes niveles, de acuerdo al tamaño de los organismos. El primer nivel está integrado por los productores primarios que toman la energía del sol para fijar el dióxido de carbono, es el caso de las plantas. El segundo nivel lo ocupan los consumidores primarios que utilizan directamente los recursos provenientes del metabolismo vegetal vivo o

de desechos y residuos vegetales y animales. Estos organismos tienen distintas estrategias: intervienen en la descomposición, o son patógenos o parásitos de plantas o se alimentan de raíces. El tercer nivel está compuesto por los fragmentadores de las partículas y los depredadores de niveles anteriores. El cuarto y quinto nivel está constituido por los depredadores. Como se observa la trama trófica del suelo se basa fundamentalmente en las relaciones entre microorganismos e invertebrados.

El número y el tipo de organismos presentes y su nivel de actividad varían con las características del suelo que habitan. Esto depende por ejemplo de la disponibilidad de aire, la temperatura, la acidez, la humedad, el contenido de nutrientes y los sustratos orgánicos que posee el suelo así como del tipo de clima, la vegetación y el grado de perturbación que presenta. Por lo tanto, cada ecosistema tiene una trama trófica única, con una particular proporción de bacterias,

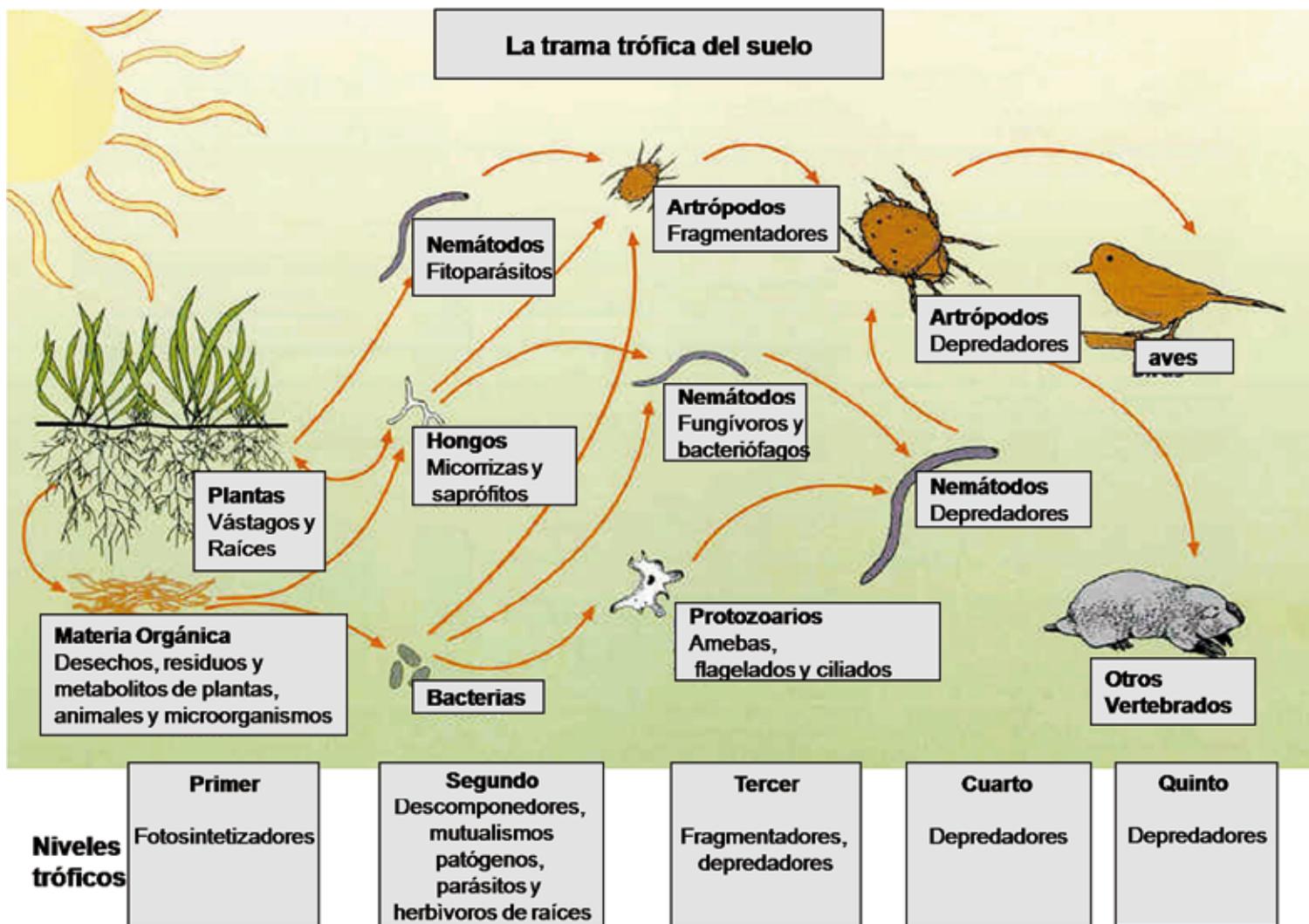
de hongos y de los otros grupos y determinado nivel de complejidad dentro de cada grupo de organismos. La trama trófica del suelo tiene mayor tamaño y complejidad cuando más recursos son adicionados a la base.

### Componentes vivos del suelo y su efecto sobre los procesos edáficos

#### Raíces

Las raíces absorben agua y nutrientes solubles directamente desde la solución del suelo y también liberan compuestos orgánicos suministrando carbono y energía a otros organismos. Construyen poros, causan agregación y contribuyen a mantener el material orgánico del suelo, a través del ciclo de crecimiento, muerte y descomposición. Mediante procesos como el exudado y la liberación de compuestos orgánicos, las raíces son muy importantes para los organismos del suelo.





Fuente: Ingham, 1998

### Microflora

La microflora del suelo está compuesta por dos grandes grupos de organismos microscópicos: las bacterias y los hongos.

La relación hongos/bacterias es característica de cada ecosistema; los suelos agrícolas y pasturales generalmente están dominados por bacterias, en tanto los suelos forestados, tienden a tener una alta proporción de hongos.

### Bacterias

Son organismos unicelulares de tamaño muy pequeño (aprox. 1 micra), presentes en el suelo en número muy elevado; una cuchara de suelo productivo puede contener de 100 millones a 1 billón de bacterias. Se pueden clasificar en diversos grupos funcionales:

- La mayoría de las bacterias son descomponedores primarios y utilizan compuestos orgánicos simples tales como exudados de raíces o residuos frescos de plantas.

- El segundo grupo de bacterias son mutualistas, se asocian con las plantas para recibir mutuo beneficio y a esta relación se le llama SIMBIOSIS. El ejemplo más conocido son las bacterias fijadoras de nitrógeno llamadas rizobios, que forman nódulos en las raíces de

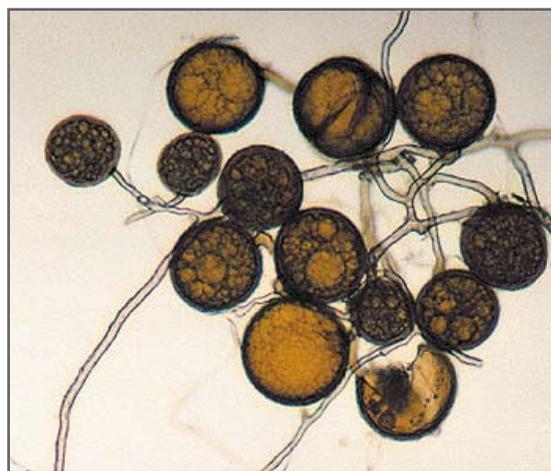
las leguminosas. Estas bacterias utilizan los compuestos de carbono elaborados por la planta, y fijan nitrógeno libre, haciéndolo disponible para la misma.

- El tercer grupo de bacterias son patógenas de las plantas,

invaden los tejidos vegetales y causan enfermedad afectando el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Las bacterias de los distintos grupos proveen importantes servicios relacionados con la

dinámica del agua, el ciclo de nutrientes y la supresión de enfermedad. En suelos sanos las comunidades bacterianas están en equilibrio y compiten con aquellos organismos causantes de enfermedad.



Micorriza



Milpías



Isoca



Nemátodos

## Hongos

Son organismos pluricelulares que crecen como largas hebras ramificadas, llamadas hifas, a través de las partículas del suelo y de las raíces de las plantas. El conjunto de hifas del hongo se llama micelio. Sólo algunos hongos son unicelulares, tal es el caso de las levaduras. Si bien los hongos son organismos microscópicos, las estructuras de fructificación de muchos de ellos son visibles; por ejemplo, cuando recorremos un monte en otoño, las reconocemos como setas en la superficie del suelo o en la corteza de algunos árboles. Los hongos también se pueden clasificar en tres grupos funcionales:

- El grupo de descomponedores, lo integran los hongos saprofitos que convierten la materia orgánica muerta en biomasa disponible para otros organismos. Juegan un papel fundamental en los procesos de descomposición, ya que utilizan compuestos complejos como los residuos fibrosos de las plantas, ricos en celulosa y lignina, y los convierten en formas simples.

- El grupo de mutualistas, lo componen los hongos micorrízicos; colonizan las raíces y toman carbono de la planta, y simultáneamente le facilitan a la misma la absorción de fósforo y otros nutrientes del suelo.

- Finalmente, el grupo de los patógenos, está constituido por hongos que invaden los tejidos vegetales; causan una reducción de la producción y la muerte de las plantas. Un ejemplo es *Fusarium*, que puede producir la podredumbre de la semilla o de las pequeñas plántulas y su presencia en el suelo afecta la implantación de los cultivos.

## Fauna

La fauna que habita el suelo comprende individuos de variado tamaño y estrategias de adaptación, especialmente en relación a su movilidad y tipo de alimentación.

De acuerdo al tamaño del cuerpo, la fauna se divide en tres grandes grupos: microfauna, mesofauna y macrofauna, los cuales cumplen diferentes funciones en el ciclo de nutrientes y en la estructura del suelo.

## Microfauna

Son los organismos con un ancho de cuerpo menor a 100 micras. Comprende los invertebrados (Protozoa, Nematoda y Rotifera) que viven en el agua libre y películas de agua que recubren las partículas del suelo. El movimiento de estos organismos depende de la textura del suelo,

de la disponibilidad de poros y de la distribución del agua. Debido a su pequeño tamaño tienen habilidad limitada para modificar directamente la estructura del suelo y poca capacidad para desarrollar mutualismos significativos. Sin embargo, afectan la disponibilidad de nutrientes a través de sus interacciones con los microorganismos del suelo. Los nematodos son importantes componentes de este grupo y son los invertebrados más abundantes en muchos suelos.

## Mesofauna

Ellos tienen diversas estrategias de alimentación, algunos se alimentan de raíces, otros de microorganismos (bacterias y hongos) o de pequeñas presas incluyendo otros nematodos. En el caso de protozoarios y nematodos que se alimentan de hongos y bacterias que viven en el suelo, la intensidad de alimentación determina que el número de microorganismos se pueda reducir o incrementar y, con ello la velocidad de mineral-

ización de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes.

Son microartrópodos (ácaros, colémbolos, pequeños insectos, arañas) y pequeños oligoquetos. Tienen un ancho de cuerpo entre 100 micras y 2 mm. Se mueven libremente, constituyendo un grupo muy diverso, con diferentes estrategias de alimentación y funciones en los procesos del suelo. Pueden ser desde bacteriófagos hasta depredadores, pudiendo afectar la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica. Su efecto sobre la estructura del suelo es limitado aunque pueden ser importantes en la formación de microagregados de algunos suelos. La mesofauna de mayor tamaño es más activa, afectando la porosidad del suelo a través de actividades de excavación y en la agregación mediante la producción de pellets fecales. Pueden colonizar todo el perfil del suelo, aunque en densidades reducidas.

## Macrofauna

Es el grupo de organismos de mayor tamaño, entre 2 y 20 mm. Lo integran formicidos (hormigas), isopodos (bicho bolita), isoptera (termitas), quilopodos (ciempiés), diplopodos (milpiés), insectos (adultos y larvas), oligoquetos (lombrices) y moluscos (caracoles y babosas).

Operan en escalas de tiempo y espacio mucho más grandes que los grupos anteriores. La mayoría de ellos tienen un ciclo biológico largo, movimientos lentos y poca capacidad de dispersión así como baja tasa reproductiva. Los hábitos de alimentación varían considerablemente dentro y entre grupos: fitófagos, detritívoros, depredadores y geófagos, entre otros.

Estos grandes invertebrados se mueven libremente, pueden cavar el suelo y crear grandes poros. Las actividades físicas (mezcla del mantillo con el suelo, construcción de estructuras y galerías, agregación del suelo), así como sus actividades metabólicas (utilización de fuentes orgánicas disponibles, desarrollo de relaciones mutualistas y antagonistas), afectan muchos procesos del suelo. Entre éstos, mejoran la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en la rizosfera, modifican sustancialmente la estructura del suelo a través de la formación de macroporos y agregados, lo que afecta la tasa de infiltración y de aireación.

Estos procesos mejoran las propiedades funcionales del suelo, promoviendo el crecimiento de las plantas, mejorando la distribución del agua en el perfil y, disminuyendo la contaminación ambiental.



Lombriz



Ciempiés



Nódulo producido por rizobio



Isoca



# Abonos Verdes en la Producción Hortícola

Ing. Agr., M.Sc. Juan C. Gilsanz

La producción de hortalizas se basa normalmente en el uso intensivo del suelo, de rotaciones cortas y con pequeños períodos de descanso entre cultivos. En muchos casos no se logra tener toda el área disponible en cultivo en una misma estación existiendo superficies en barbecho que se pueden enmalezar. El excesivo laboreo incluye el uso de implementos que causan un gran deterioro del suelo favoreciendo la disminución en la infiltración, y aumento del encostramiento. En áreas de fuerte pendiente se incrementa la erosión y el lavado de los nutrientes. En este escenario es que se inicia el espiral descendente en los niveles de rendimiento y calidad del suelo. El cultivo de hortalizas en suelos deteriorados produce un menor desarrollo y vigor de las mismas, estando más expuestas al ataque de plagas y de enfermedades. Para mantener el nivel productivo de esos predios es necesario un mayor uso de agroquímicos, en desmedro del medio ambiente, en una pérdida en la sustentabilidad de la producción y un incremento en los costos.

## Concepto de calidad del suelo

Calidad de suelo y salud de suelo se usan como sinónimos, en dónde las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mantienen el crecimiento de los cultivos sin provocar degradación o daño al medio ambiente. Para revertir el deterioro del sistema productivo debemos incluir prácticas culturales de manejo que promuevan el mejoramiento de la calidad de los suelos. Los sistemas llamados conservacionistas se basan en el uso de Cultivos de Cobertura o

Abonos verdes en combinación con una reducción del laboreo del suelo o laboreo conservacionista.

## Laboreo conservacionista

El laboreo conservacionista expresa que los residuos deben quedar la mayor parte del tiempo en la superficie del suelo, ayudando a mantener la humedad del suelo y proteger de la erosión. El laboreo conservacionista deja sobre el suelo como mínimo un 30% de residuos vegetales. También el mínimo laboreo implica el tipo de maquinaria o la frecuencia de uso de éstas, además la utilización de abonos verdes y el manejo que de estos se hace para que el sistema sea sustentable.

Los equipos de mínimo laboreo son concebidos para funcionar en presencia de residuos sin perturbarlos. Se usan herramientas de picado y cultivadores para residuos.

## Concepto de cultivos de cobertura, abonos verdes

Se refiere al uso de cultivos, que se siembran para incorporar al suelo, residuos de cultivos comerciales y restos vegetales, que se utilizan para mantener y/o mejorar la calidad y salud de los suelos. Los residuos se pueden usar con la intención de cubrir la superficie del suelo (cultivos de cobertura), incrementar su fertilidad, al incorporarlos (abonos verdes) y en el proceso de su desarrollo, actúan como cultivos trampa, reciclando los nutrientes.

## Ventajas en el uso abonos verdes y del laboreo conservacionista

Las ventajas del laboreo conservacionista son: reducción del gasto de energía, reducción de los costos del laboreo y en el tiempo de realización. En referencia al uso de abonos verdes tenemos: una mejora física y química del suelo.

## Mejora física del suelo

■ **Control de la erosión y efecto en la aglutinación del suelo:** Los abonos verdes ayudan a reducir la erosión manteniendo el suelo cubierto durante los períodos de fuertes lluvias tanto durante la etapa de crecimiento y luego como residuo muerto. La erosión en la capa superficial deprime la porción del suelo que contiene el mayor porcentaje de materia orgánica y de nutrientes. Los abonos verdes limitan la erosión previniendo el golpe de la lluvia. La fuerza del golpe de la lluvia, fractura las partículas de suelo pudiendo desplazarlas a gran distancia. La reducción en la erosión estará de acuerdo a la cantidad de abono verde presente en el suelo.

■ **Efecto de aglutinación:** La aglutinación de los agregados del suelo se realiza por el trabajo las raíces de los abonos verdes y de las sustancias aglutinantes liberadas por éstas y los microorganismos del suelo. De esta manera se reduce el encostramiento del suelo y la erosión producida por el viento y por escurrimiento.

■ **Infiltración y porosidad del suelo:** La infiltración a nivel del suelo se ve favorecida por el uso continuado de los abonos verdes debido al trabajo que realiza sus raíces en profundidad, arado biológico (ej. gramíneas). Además la presencia de grandes cantidades de residuos incentiva la presencia

de una fauna biológica a nivel radicular que genera la formación de canales y canaliculos por los que el agua es infiltrada a capas inferiores del suelo.

■ **Modificación del balance hídrico y en la temperatura del suelo:** Los residuos dejados en superficie limitan las pérdidas de agua del suelo por evaporación y logran retener cierta cantidad de humedad luego de cada lluvia a nivel de los residuos, en los primeros centímetros del suelo. Este efecto es importante sobre todo en períodos cortos de sequía. La disminución del efecto del viento por parte de los tallos de abonos verdes hace disminuir el intercambio energético convectivo que es el que gobierna la evaporación.

## Mejora química del suelo

■ **Incremento en el contenido de materia orgánica:** Una forma de incrementar los contenidos de materia orgánica en el suelo es en base a agregados de sustancias orgánicas entre ellas los residuos de plantas y más concretamente a través de los abonos verdes.

■ **El nitrógeno (N) y los abonos verdes:** Las leguminosas tienen la capacidad de fijar N de origen atmosférico para ser usado por el cultivo siguiente. Esto se realiza con la ayuda de una bacteria (Rizobio), con las que son inoculadas las semillas de las leguminosas, al ser plantadas.

■ **Reducción del lavado y reciclado de nutrientes:** Además de reducir la erosión superficial y mejorar la estructura del suelo, los abonos verdes ayudan a reci-





clar los nutrientes, tomando los nutrientes que de otra manera se lavarían. Excesivas cantidades de nutrientes en el suelo, pueden ir a contaminar fuentes de agua superficiales o napas. El nitrógeno bajo la forma de nitrato, es soluble en agua y por lo tanto potencialmente lavable. Por otro lado extraen de partes profundas del perfil nutrientes que serán compartidos por los cultivos siguientes.

### Aspectos biológicos

■ **Control de malezas:** Con el uso de los abonos verdes, es posible reducir el contenido de malezas en el cultivo comercial

subsiguiente. Esto es realizado a través de efectos de competencia por luz, agua, nutrientes y por efectos alelopáticos. Los mecanismos de liberación de sustancias químicas con actividad alelopática, inhiben la germinación o desarrollo de otras plantas o malezas.

■ **Aporte en el control de plagas y enfermedades de los abonos verdes:** Con mínimo laboreo y con el uso de abonos verdes, es posible reducir infestaciones por insectos y enfermedades, y disminuir el uso de pesticidas. Esto se realiza a través del incremento de la actividad biológica, flora y fauna benéfica en el suelo, con la adición de mayor cantidad de

residuos, y un menor laboreo del suelo. En sistemas equilibrados, los insectos plagas y enfermedades son alcanzados por sus enemigos naturales, dependiendo en menor medida de los tratamientos químicos.

### Principales especies utilizadas como abonos verdes.

Las principales especies usadas como abonos verdes corresponden a las gramíneas y las leguminosas. Cada una de estas familias, guarda ciertas características distintivas.

■ **Las Leguminosas:** Las leguminosas como abonos verdes tienen como principal característica la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. Además ayudan a reducir la erosión, producen una abundante biomasa, por lo que adicionan materia orgánica al suelo y atraen insectos benéficos. Las leguminosas en general son bajas en carbono y con mayor contenido de N que las gramíneas. La baja relación de C:N resulta en una rápida mineralización del residuo. El nitrógeno contenido en las leguminosas es rápidamente liberado desde los residuos. El control sobre las malezas, no es tan duradero como en el caso de las gramíneas. Entre las leguminosas podemos considerar Alfalfa, Trébol Rojo, Trébol Alejandrino, Lupino.

■ **Las Gramíneas:** Los abonos verdes más usados son: cultivos cerealeros anuales y gramíneas anuales, bi anuales, tanto de invierno como de verano. Las gramíneas se destacan por la exploración de nutrientes, especialmente por el nitrógeno dejado por los cultivos anteriores, reducción o prevención de la erosión, producción de gran cantidad de residuos y adición de materia orgánica al suelo. Suprimen además malezas. Las gramíneas tienen más alta relación C:N, esto implica que la mineralización es más lenta dando como resultado en un residuo que perdura más en

el tiempo. En las gramíneas las especies más usadas son: Avena Negra, Avena Amarilla, Trigo, Sorgo, Maíz, Moha.

### Otras Especies:

■ **Girasol (*Helianthus annuus*):** Esta especie tiene como atributos realizar un fuerte control de malezas.

■ **Nabo forrajero (*Raphanus sativus*):** El nabo forrajero al igual que otras crucíferas presentan como característica colaborar en el control de nemátodos.

### Usos de abonos verdes

■ **Abonos verdes de verano:** Los abonos verdes de verano se plantan temprano en la primavera o ya entrado el verano y son aprovechadas por los cultivos hortícolas comerciales subsiguientes.

■ **Abonos verdes de invierno:** Los abonos verdes de invierno se plantan temprano a la salida del verano, otoño o ya entrado el invierno y son aprovechadas por los cultivos hortícolas comerciales de primavera verano.

■ **Mezclas de abonos verdes:** El objetivo en la utilización de las mezclas de abonos verdes responde a la necesidad de combinar características favorables y para atender a distintos problemas.

Las mezclas se realizan por algunos de los siguientes motivos:

■ **Asegurar el desarrollo de por lo menos un integrante de la mezcla.**

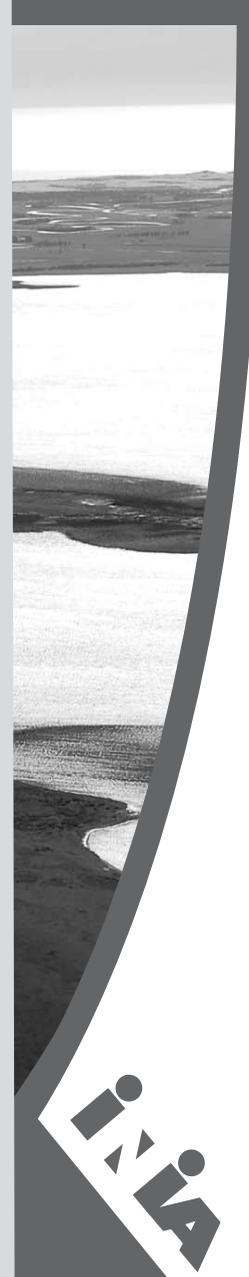
■ **Un mayor aporte de materia seca.**

■ **Mejorar la calidad del residuo producido al balancear la relación C:N y la velocidad de descomposición de esta.**

■ **Ampliar el período de cobertura.**

■ **Mejora en el estatus sanitario de las distintas especies de la mezcla.**

■ **Mejora el reciclado de los nutrientes combinando especies con distintos desarrollo radicular.**



**INIA**

# Solarización de canteros para almácigos

Ing. Agr., Ph.D. Jorge Arboleya<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Eduardo Campelo<sup>2</sup>  
Ing. Agr., M.Sc. Julio Rodríguez<sup>3</sup>

## Introducción

La solarización se refiere a la cobertura hermética del suelo húmedo con plástico transparente, durante un período de tiempo determinado.

Esta técnica presenta un gran potencial de uso en situaciones de producción vegetal intensiva debido a su carácter no contaminante del medio ambiente y posible de combinar tratamientos varios como control biológico, cultural, aplicables en programas de producción integrada y producción orgánica.

El grupo de malezas de mayor sensibilidad al aumento de temperatura en el suelo lo constituyen las especies anuales de reproducción por medio de semilla sexual y dentro de ellas las que prosperan durante otoño e invierno, dado sus menores requerimientos térmicos para desencadenar el proceso de germinación, siendo el segundo grupo en importancia las especies anuales estivales que presentan un mayor grado de tolerancia debido a los mayores requerimientos térmicos para germinar.

Diferentes autores reportan disminución significativa en el número de malezas anuales por m<sup>2</sup> si se solariza el suelo de 20 a 30 días con temperaturas de 40 a 60°C.

## ¿Qué es la solarización?

Se refiere a la cobertura del suelo (humedecido previamente a capacidad de campo es decir cuando el suelo ya no retiene más agua), con plástico transparente durante un tiempo apropiado (por lo menos 30 días durante el verano).

Con el uso del plástico se captura la energía solar, y a través de ello, se aumenta la temperatura del suelo, lo cual desencadena diferentes mecanismos, que debilitan las semillas de malezas anuales existentes en los primeros 15 cm. de profundidad del suelo.

## Objetivo de la solarización

- Disminuir el banco de semillas de malezas existente en el suelo.

- Reducir/controlar algunos hongos fitopatógenos (mal de almácigos).

## Factores a tener en cuenta en la solarización

### Efectos sobre las diferentes malezas:

- Las malezas anuales que se reproducen por semilla, son más sensibles al aumento de temperatura del suelo que las perennes, por lo tanto son más afectadas por la solarización.

- Las malezas anuales estivales tienen mayor requerimiento térmico para germinar y son menos afectadas por la solarización.

- Las malezas que crecen en otoño-invierno, tienen menores requerimientos térmicos para germinar y son más sensibles al efecto de las altas temperaturas que se obtienen en la solarización.

- La solarización tiene menos efecto sobre las malezas perennes (pasto bolita, lengua de vaca, corregüela, etc.).

### Factores importantes de manejo a tener en cuenta en la solarización:

- Realizarla en la época del año con mayor temperatura, de mediados de diciembre y hasta febrero.

- El terreno debe poseer humedad para que el calor se mueva en el suelo.

- El polietileno debe ser transparente para que permita la germinación de las malezas y con tratamiento UV para evitar roturas.

- Cuánto más anchos los canteros menor es el efecto.

- La mejor orientación es norte-sur.

- Si se agrega estiércol debe incorporarse al suelo antes de la solarización.

## Preparación de los canteros para la solarización

Los canteros deben levantarse en noviembre o principios de diciembre, con una altura aproximada de 20 cm. A mediados de diciembre se prepara el cantero para emparejar la superficie del mismo sin dejar terrones o restos vegetales que pudieran dañar el film de polietileno. Luego se riegan hasta "capacidad de campo" (Figura 1) y se cubren con polie-



Figura 1. Preparación de los canteros para la colocación del film de polietileno. Se riega bien el cantero antes de cubrirlo con el polietileno.



Figura 2. Colocación del film de polietileno. Luego de regar bien el cantero se procede a estirar el film de polietileno de manera que quede bien adherido al cantero.

tileno transparente de un grosor de 40 a 50 micrones, el que se estira bien (Figura 2) para que no se mueva evitando su rotura y para generar un ambiente hermético.

Es muy importante la tarea de regar bien el cantero antes de cubrirlo ya que el calor que se va generando, como consecuencia de la elevación de la temperatura por los rayos solares interceptados por el polietileno transparente, se trasmite en los primeros centímetros a través de la humedad presente en el cantero.

Durante el día la humedad sube

hasta la superficie en donde se observa la condensación (Figura 3) y en la noche desciende en profundidad. Esto tiene una importancia fundamental para que al elevarse la temperatura las semillas de malezas sean afectadas por esa temperatura. Si el polietileno se rompe el calor se pierde y no se obtiene el efecto esperado. Por consiguiente, además de haber regado bien y de no haber dejado restos o terrones que pudieran dañar el polietileno es muy importante evitar roturas del mismo. Si ello ocurriera será



Figura 3. Condensación en la superficie del polietileno durante el día.

## Insumos y costos relacionados a diferentes tareas (costos/m<sup>2</sup>)

necesario reponerlo.

Los cálculos sobre tiempo de trabajo para la limpieza de cantero fueron realizados con la información del módulo instalado en Colonia. Allí los canteros no solarizados registraban una población de 760 malezas/m<sup>2</sup> al realizarse la primera limpieza. El tiempo de trabajo es la suma de dos personas desmalezando y carpiendo simultáneamente a cada lado del cantero.

Concepto	Costo/m <sup>2</sup>	
	US\$/m <sup>2</sup>	\$/m <sup>2</sup>
Nylon 40 micrones, ancho 2,20 m	0,123	3,06
Trabajo de colocación. 2 hs / 80 m <sup>2</sup> de cantero	0,025	0,625
Trabajo de limpieza en cantero no solarizado	0,175	4,375

Cuadro 1: Insumos y costos relacionados a diferentes tareas (costos/m<sup>2</sup>)

## Temperaturas de suelo en los canteros solarizados y no solarizados

En la Figura 4 se puede apreciar la temperatura del suelo a 5cm. de profundidad en el suelo solarizado y en el NO solarizado en la localidad Las Violetas, Canelones.

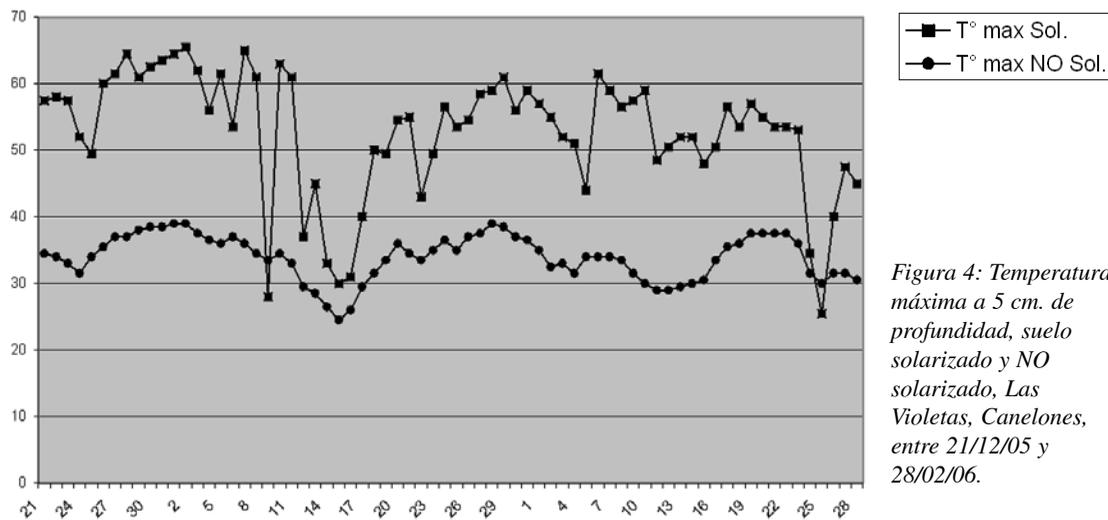


Figura 4: Temperatura máxima a 5 cm. de profundidad, suelo solarizado y NO solarizado, Las Violetas, Canelones, entre 21/12/05 y 28/02/06.

Existió una diferencia muy grande en la temperatura entre los canteros solarizados y el no solarizado. En el caso de los canteros solarizados, se llegó a temperaturas superiores a 60°C, mayores a las que se citan como necesarias para afectar la germinación de las malezas.

La mayor acción sobre las semillas de malezas probablemente ocurre en los primeros centímetros de suelo y de allí la importancia de no remover a la superficie capas de abajo del suelo con semillas que no hubieran sido afectadas por el efecto de la solarización.

## Efectos de la solarización sobre la población de malezas en los canteros de cebolla

La solarización tuvo un efecto negativo sobre las semillas de malezas bajando sensiblemente el número de las mismas en las tres localidades (Cuadro 2).

Tratamiento	Nº de malezas/m <sup>2</sup> (Brisas del Plata, Colonia)	Nº de malezas/m <sup>2</sup> (Las Violetas, Canelones)	Nº de malezas/m <sup>2</sup> (Rincón del Cerro, Montevideo)
Suelo NO Solarizado	760	350	6934
Suelo Solarizado	3	6	118

Cuadro 2. Número de malezas por metro cuadrado de cantero solarizado y no solarizado en almácigos de cebolla en tres localidades. (Resultados promedio de 4 repeticiones)

### Ventajas de la solarización

- Reducción en el uso de productos químicos.
- Menor impacto de las malezas en el almácigo.
- Oportunidad de siembra.
- Posible uso del polietileno de la solarización para cubrir el cantero luego de sembrar, con el objetivo de uniformizar emergencia de la cebolla.
- Disponibilidad de mano de obra para otra tarea al no tener que efectuar carpidas manuales.

### Posibles desventajas de la solarización

- Necesidad de planificar con tiempo para levantar los canteros y tapar en diciembre
- Dinero inicial necesario para la inversión del polietileno

### Síntesis

Mediante la solarización del suelo se logran incrementos térmicos de 32% con respecto a las temperaturas máximas promedio, valores que afectan la

sobrevivencia de las semillas de malezas, incidiendo entonces en la ausencia (prácticamente total) de malezas anuales en los almácigos de cebolla. El efecto de la solarización en el suelo se mantiene durante toda la etapa de almácigos de cebolla (100 a 120 días, promedio), por lo que no es necesario realizar ninguna limpieza manual. Adicionalmente se observa que las plantas de cebolla tienen mayor crecimiento (mayor grosor de planta, menores problemas sanitarios, llegada a estado

de trasplante en menor número de días). Estas evidencias sugieren que durante la solarización del suelo se promueven factores de mineralización de nutrientes aumentando el suministro de ellos en la etapa de almácigo y que conjuntamente con la influencia en la mejora sanitaria deberán ser estudiados en trabajos futuros.

Programa Horticultura INIA Las Brujas<sup>1</sup>  
DIGEGRA-Horticultura<sup>2</sup>  
Unidad de Malezas, Facultad de Agronomía-CRS<sup>3</sup>



# Solarización:

## una alternativa al uso de Bromuro de Metilo

Ing. Agr., M.Sc. Roberto Bernal

El "Protocolo de Montreal para las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono" es un acuerdo internacional que surge cuando se verifica que las emisiones mundiales de ciertas sustancias deterioran y modifican la capa de ozono con resultados adversos para la salud humana y el medio ambiente.

La capa de ozono que se encuentra en la estratósfera a unos 25 o 30 kilómetros de altura es muy importante ya que absorbe radiaciones ultravioletas de ciertas longitudes de onda, reduciendo su intensidad en la superficie de la tierra, lo que evita la alteración del equilibrio de los ecosistemas.

En 1995 las partes del Protocolo de Montreal para proteger la capa de ozono convinieron un programa mundial para promover la eliminación del uso de algunas de estas sustancias, entre ellas el Bromuro de Metilo.

El Bromuro de Metilo se utiliza principalmente en nuestro país en cultivos hortícolas en invernáculo para realizar tratamientos de desinfección de suelo. Su uso mayoritario se hace en tomate previo al trasplante y en menor medida se le usa en cultivos de pimiento, melón y pepino.

### Principales lugares donde se usa el Bromuro de Metilo

En Salto, donde se encuentra la zona de producción hortícola intensiva más importante del país, existe un área techada de aproximadamente 200 hectáreas notándose una clara tendencia a la concentración de la producción. Los principales rubros bajo invernadero son tomate, morrón, melón, berenjena y pepino, ocupando el tomate entre un 65 y 70% del área plantada. En esta zona es donde se aplica mayor cantidad de Bromuro de Metilo.

En la región hay dos modalidades de secuencia de cultivos:

- Cultivos anuales que se trasplantan generalmente en marzo como es el caso del tomate y morrón que se continúan a veces hasta enero o más tarde aún dependiendo de los precios del producto en el mercado.
- En el mismo invernadero se realizan dos cultivos al año. El primer cultivo se trasplanta a principios de febrero finalizando a fines de julio del mismo año.



Como segundo cultivo se planta melón o pepino o tomate nuevamente.

Las dos modalidades de plantación varían año a año dependiendo mayormente de las condiciones sanitarias y de mercado de los cultivos.

En la zona de Bella Unión en tanto, existen aproximadamente 50 hectáreas de cultivo bajo invernadero, actualmente el cultivo de morrón ocupa casi el 70 % de la superficie protegida siendo el resto del área principalmente tomate.

En Bella Unión se ha eliminado el uso del Bromuro de Metilo, aunque la cantidad que se utilizaba en la zona siempre fue mucho menor que la usada en Salto, al tratarse de suelos pesados con buena cantidad de materia orgánica, con una menor problemática de plagas y enfermedades.

Generalmente los cultivos que se realizan son anuales con trasplante en marzo finalizando de acuerdo a la situación sanitaria y de mercado a fines de diciembre o a mediados de enero.

### Razones por las cuales se usa Bromuro de Metilo

La razón principal por la que los productores han incrementado en los últimos 12 años el uso del Bromuro de Metilo es principalmente para el control de nematodos (*Meloidogyne*) que afectan de forma importante tanto

el cultivo de tomate como el de morrón. El control de nematodos en el suelo se vuelve cada vez más dificultoso debido al uso intensivo de los invernáculos, ya que no se puede realizar cambio de lugar de cultivos al quedar instalados en el mismo sitio hasta 10 años.

Los productores necesitan tener siempre sus invernaderos produciendo por lo que los intervalos sin cultivo son muy cortos y consecuentemente los niveles de inóculo de las distintas plagas se mantienen altos. Debido a estas razones, el Bromuro de Metilo se convirtió en un tratamiento de suelo muy práctico ya que proporciona una alternativa rápida y eficiente para el control de nematodos, malezas y algunos hongos de suelo. El manejo principal es, al finalizar el ciclo de un cultivo, desinfectar de inmediato el suelo y en una semana trasplantar nuevamente. En este sentido, los productores se acostumbraron a este manejo por su facilidad, eficiencia y el hecho de que no requiere de una planificación previa.

### Alternativas al Bromuro de Metilo

El calor es uno de los métodos más antiguos para controlar las poblaciones de nematodos y otras enfermedades de suelo. La mayoría de los nematodos que atacan las plantas mueren a temperaturas que oscilan entre

44 y 48° C.

La solarización del suelo es una técnica que se desarrolló precisamente para el manejo de poblaciones de nematodos y enfermedades en el suelo. Después de observar esta técnica en Japón, en la década del '80 se realizaron los primeros experimentos de solarización en Uruguay en la Estación Experimental de Salto. Este método involucra la captación de la energía solar en el suelo cubriendo la superficie del mismo con nylon.

El nylon debe ser fino, preferentemente transparente y con un espesor de entre 35 y 40 micrones, debiendo mantenerse firme contra la superficie del suelo.

Se debe mantener el suelo húmedo durante la solarización para incrementar la conductividad térmica y aumentar la sensibilidad de los microorganismos a las altas temperaturas.

La solarización es más efectiva cuando se realiza durante los meses más cálidos del año alcanzándose temperaturas de hasta 63 grados centígrados a 10 cm de profundidad.

De esta forma se eliminan microorganismos mesófilos, los que incluyen la mayoría de los patógenos como hongos, nematodos y algunas bacterias, semillas de malezas e insectos.

Esta técnica fue investigada y difundida por el INIA Salto Grande y actualmente, está siendo ampliamente utilizada por los productores hortícolas de las

zonas de Salto y Bella Unión constituyéndose en una muy buena alternativa al Bromuro de Metilo, ya que no afecta la capa de ozono y no es perjudicial para el ambiente.

La combinación de la solarización con el enterrado de materiales verdes como maíz y pimiento mejora aún más los resultados del tratamiento produciéndose un mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Mediante el uso de estos tratamientos se ha detectado además un incremento de organismos antagonistas en el suelo, como las *Pseudomonas* fluorescentes y *Bacillus* spp y un aumento de la disponibilidad de nutrientes y de la retención de humedad, lográndose una estabilización en los rendimientos y calidad de los cultivos.

A mediano y largo plazo con esta forma de manejo, los sistemas de producción se vuelven equilibrados y sustentables. Los efectos a largo plazo de las enmiendas orgánicas en el suelo contra nematodos se atribuyen en parte a la proliferación de la microflora altamente antagonista. También se está experimentando con el uso de compost proveniente de restos de tomate y pimiento más solarización lo que está dando excelentes resultados. En este caso los canteros se abren, se echa el compost y posteriormente son cubiertos con la misma tierra al igual como se procede con los restos de maíz y pimiento.

Una característica muy importante de los suelos solarizados es el de inducir fenómenos de supresión que previenen el restablecimiento de los patógenos después de la solarización. Este hecho no se da en los suelos desinfectados con vapor o

## Medidas efectivas para lograr una buena solarización

- *Tiempo requerido: 30 días. La mejor época para realizarla es desde mediados de diciembre hasta fines de enero que es cuando se logran las temperaturas más altas.*
- *Los canteros deben estar húmedos al inicio y durante todo el desarrollo del tratamiento.*
- *Se recomienda usar nylon UV transparente térmico entre 35 y 40 micrones de espesor.*
- *El suelo debe estar bien preparado evitando que haya terrones.*
- *Es conveniente que el invernáculo se mantenga cerrado durante todo el período de solarización para lograr temperaturas más altas para la desinfección del suelo.*
- *Los nylon del invernáculo deben estar sin roturas para evitar pérdida de calor. En el caso de existir abertura cenital, ésta se debe mantener cerrada.*
- *La solarización total del suelo dentro del invernadero, abarcando canteros y caminos, es mejor que la solarización sólo en los canteros ya que se logran temperaturas más altas y el control de malezas en los caminos.*
- *El nylon que se usa en la solarización no debe tener orificios. A su vez contra los palos del invernadero se deben tomar precauciones para que no queden aberturas, evitando pérdidas de calor.*
- *El nylon debe estar "pegado" a la superficie del suelo.*
- *La ausencia de gotas de agua en la parte interna del nylon durante la solarización indica que el suelo debe ser regado. No se debe esperar que esto suceda.*

fumigantes químicos.

La solarización se recomienda para su utilización en invernáculos de tomate, pimiento y otras hortalizas, aunque también se está utilizando para desinfectar los canteros para almácigos de cebolla y los que van a ser utilizados para cultivar frutilla.

Estas prácticas de manejo para el control de enfermedades

tienen como objetivo primordial la seguridad alimentaria para los consumidores, el mantenimiento de los recursos y la optimización de la calidad en la obtención de alimentos mediante la generación de tecnologías que no afecten el medio ambiente.

Es de destacar que debido a la eliminación del Bromuro de Metilo mediante la aplica-

ción de tecnologías alternativas creadas por el INIA, la DINAMA (Dirección Nacional de Medio Ambiente) y el LATU (Laboratorio de Análisis Tecnológico del Uruguay) han creado un Sello de Calidad "Ozono Amigo" que se proporciona a los productores hortícolas que no utilizan Bromuro de Metilo.



# Siembra directa y sistemas mixtos

Ing. Agr., M.Sc. Roberto Díaz

La acción del hombre para producir alimentos inevitablemente altera los suelos que estaban en equilibrio con la naturaleza antes de ser cultivados. Gran parte de los alimentos proviene de la producción de granos de cereales y oleaginosas y para producirlos cultivando todos los años la tierra esta se degrada y vaya perdiendo capacidad productiva.

El progreso de la investigación nos ha ofrecido dos grandes caminos tecnológicos para mejorar la sustentabilidad productiva de las tierras o suelos dedicados a la producción:

■ La necesidad de reducir el laboreo del suelo para evitar principalmente que la lluvia lo erosione cuando esta sin cobertura vegetal y la forma más desarrollada de esta tecnología es la Siembra Directa sin necesidad de preparación con labranzas.

■ La diversificación de la producción con diferentes cultivos permite sembrar todos los años distintos cultivos de modo de impedir incidencia de las plagas al sembrar el mismo cultivo todos los años y la forma más avanzada es la rotación con pasturas que duran 2 o 3 años y aportan mucha materia orgánica al suelo. Esas pasturas se pastorean con animales para producción de carne o leche en rotación con los cultivos de grano.

La investigación nacional adaptó y perfeccionó estas dos tecnologías para las condiciones locales y las hizo extremadamente exitosas, siendo altamente adoptadas por los productores.

## Siembra directa

Es el sistema de preparación del suelo y la vegetación para la siembra en el que la alteración realizada en el suelo para la colocación de las semillas es mínimo, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de las malezas; el suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra. Los elementos tecnológicos que caracterizan a la siembra directa (SD) son las máquinas de SD y los herbicidas, en particular los que tienen al glifosato como principio activo y controlan un espectro total de malezas.

Durante más de 6000 años la agricultura se basó en el laboreo del suelo y es ampliamente reconocido que es la principal causa

de su erosión y degradación. El mayor objetivo del laboreo para la producción de los cultivos es el control de malezas, por lo tanto era necesario encontrar algo que lo sustituyera. Desde la década del 40, se desarrollaron más y mejores herbicidas y máquinas capaces de plantar directamente sin laborear. A comienzos de la década de los 90, con el vencimiento de la patente del Roundup (con glifosato como principio activo) se redujo sensiblemente su precio y se inició la etapa de mayor difusión y adopción de la Siembra Directa.

Las principales ventajas y desventajas que se atribuyen al uso de esta nueva tecnología como sistema en las condiciones de Uruguay, así como se comenta la información disponible sobre su adopción.

## Reducción de la erosión y degradación del suelo

La cobertura del suelo por residuos y su no disturbio con laboreo, son las principales causas de la drástica reducción de su erosión y degradación con SD. La información indica que la SD

como sistema elimina prácticamente a la erosión como un problema de manejo y conservación de suelos, al reducirla entre 85 y 100% con relación a una situación de suelo recién sembrado con laboreo convencional (LC). El contenido de materia orgánica del suelo aumenta bajo SD, o se mantiene en suelos no degradados, generando una importante actividad biológica.

Es decir que la SD reduce la magnitud de los dos procesos que conforman la erosión hídrica del suelo, que son la desagregación de partículas por el golpeteo de la lluvia y su transporte por el escurrimiento superficial.

## Mayor contenido de agua en el suelo

Ambas cosas contribuyen a una mejor estructura y porosidad, determinando mejor dinámica del agua, entre otros efectos. La mejora en la dinámica del agua incluye mayor infiltración, por lo que se reduce el escurrimiento. Sintéticamente, se debe a que por la presencia de residuos en superficie se reducen las pérdidas por evaporación y aumenta

la infiltración de agua cuando ocurren lluvias.

## Reducción de costos.

Al pasarse de LC a SD, se dejan de realizar todas las operaciones de laboreo primario y secundario, por lo que se elimina su costo (combustible, mano de obra, mantenimiento), dejan de ser necesarias las máquinas de laboreo (arados, rastras, etc.) y se pasa a requerir mucho menos potencia para impulsar las que se usan en SD. Ello reduce la inversión para lograr el parque de maquinaria necesario, que en el extremo pasa a ser un tractor de potencia media, una aspersora, una máquina de SD y alguna para acondicionar los rastrojos. El número de pasadas sobre el terreno es menor, lo que extiende la vida útil del tractor (el plazo para amortizar la inversión) y reduce sus costos de mantenimiento y reparaciones. En contraposición, con SD aumenta el uso y por lo tanto el gasto de herbicidas.

El ahorro energético de la SD diversas evaluaciones lo ubican en el orden del 45% en relación al laboreo convencional. Considerando los actuales costos de los combustibles y su contribución al efecto invernadero su beneficio es altamente valorado. La segunda contribución a la revisión de costos se origina en el menor tiempo requerido para las operaciones de cultivo

## Oportunidad de siembra, cosecha y pastoreo

Al no "aflojar" el suelo por laboreo se generan condiciones más favorables para el tránsito de maquinarias en condiciones más firmes lo que otorga mejor oportunidad para realizar a tiempo las operaciones de siembra, cosecha y eventualmente hasta pastoreos.

## Restricciones de la siembra directa

Cuando se desarrolla un nuevo sistema de producción con una forma diferente de cultivo inevitablemente se generan nuevos problemas que requieren que la investigación se encargue de superarlos con soluciones adecuadas a la nueva situación. La siembra directa realiza una enorme contribución como vemos a la competitividad de la producción y a la conservación del





recurso suelo. Entre las nuevas restricciones que habrá superar se encuentra el aumento de aquellas enfermedades que se transmiten por el inóculo que queda en los rastrojos que no son enterrados porque no hay laboreo y así aumentan su incidencia. Asimismo se mencionan ciertas restricciones en menor disponibilidad de nitrógeno, temperaturas de suelo más frías, compactación superficial del suelo, aparición de nuevas malezas resistentes a los herbicidas, etc

### Producción integrada de cultivos en rotación con pasturas

La ausencia de diversificación productiva ocurre cuando un mismo cultivo se siembra todos los años en el mismo lugar. En términos generales eso se conoce como monocultura y constituyen en general una de las situaciones más riesgosas y que más comprometen la sostenibilidad de la producción. Al repetir todos los años el mismo cultivo las plagas enfermedades y malezas que son propias de ese cultivo se intensifican porque año a año aumentan

su población e incidencia ya que no ven interrumpido su ciclo por un cultivo diferente en el que no pueden prosperar.

La diversificación productiva es uno de los grandes senderos tecnológicos para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción. En el caso de la producción de granos la agricultura puede hacerse más diversa plantando cultivos diferentes año tras año y también plantando dos cultivos en el mismo año (uno en otoño y otro en primavera tardía). Sin embargo, la mejor de las propuestas es alternar ciclos de cultivos con ciclos de pasturas que duran dos o más años y que por lo tanto tienen un gran efecto para interrumpir el ciclo de malezas plagas y enfermedades de los cultivos anuales de grano.

Las pasturas son capaces de aportar grandes cantidades de materia orgánica al suelo y así mejorar o recuperar su fertilidad. En el caso que se incluyan en las pasturas leguminosas tales como alfalfa o tréboles esas especies son capaces de enriquecer el suelo con nitrógeno tomado del aire. El nitrógeno es quizás el principal nutriente que condiciona la pro-

ductividad de los cultivos. Luego de un ciclo de pasturas los cultivos que se siembra a continuación utilizan ese nitrógeno que queda residual en el suelo y así se logran mayores rendimientos y menores costos de producción al economizarse los fertilizantes nitrogenados.

La investigación del país hizo muy exitosa esta tecnología de producción que se basa en la rotación de pasturas con cultivos al desarrollar una práctica que consiste en sembrar las pasturas conjuntamente con un cereal de invierno (trigo o cebada). Este tipo de “siembra asociada” permite que la pastura se desarrolla primero lentamente debajo del trigo o cebada y luego de cosechar el trigo o la cebada queda instalada la pastura que durará dos o tres años. El éxito de esta técnica se basa en lo económico que resulta la instalación de la pastura y permitió que se adoptara masivamente por los productores en décadas pasadas. La ganadería de engorde y la lechería capitalizaron esta forma de implantar pasturas de alta productividad y a su vez los cultivos de grano vieron también

mejorada la productividad luego de la restauración de la fertilidad que realizan las pasturas.

Este sistema productivo tan beneficioso para la producción y la calidad de los suelos se ve de alguna manera amenazado desde la expansión de la agricultura con soja en el país desde comienzos de esta década. Razones económicas como los mejores precios de los granos en relación a los productos pecuarios y razones estructurales basadas en el tamaño y la tenencia de los nuevos emprendimientos agrícolas han relegado la competitividad de los sistemas mixtos a los productores pequeños y medianos que manejan sistemas lecheros o de engorde muy intensivos.

El mayor desafío para la investigación es sumar las ventajas de la siembra directa y los sistemas mixtos integrando estas dos tecnologías y superando algunos problemas propios de estos sistemas tales como; la compactación del suelo que ocurre en los períodos de pastura por el pisoteo de los animales y en el diseño de sistemas mixtos para productores agrícolas que trabajan en gran escala.



# Evaluación del impacto ambiental de los plaguicidas en la producción hortifrutícola

Ing. Agr. M.Sc. Diego Maeso <sup>1</sup>  
 Ing. Agr. M.Sc. Saturnino Núñez <sup>1</sup>  
 Ing. Agr. Pablo Núñez <sup>2</sup>  
 Bach. Ignacio Mieres <sup>2</sup>  
 Ing. Agr. Paula Conde <sup>2</sup>  
 Ing. Agr. Felicia Duarte <sup>2</sup>  
 Ing. Agr. M.Sc. A Bruno <sup>3</sup>

Los plaguicidas agrícolas, llamados también agrotóxicos o fitosanitarios, según el juicio de valor que se tenga de los mismos, forman parte de la mayoría de los sistemas de producción agrícola. Dado el nivel de conocimientos que se tiene es difícil lograr los niveles de producción exigidos actualmente sin el uso de ellos. Teniendo en cuenta su forma de acción (biocidas), estos productos no actúan únicamente sobre los organismos que dañan al cultivo sino también sobre otros, que es importante proteger para la preservación del medio ambiente. En nuestro país es muy escasa la información disponible que permita cuantificar el impacto de los plaguicidas sobre el medio ambiente, y muchas veces ésta no es objetiva sino reviste carácter testimonial.

En función de este escenario es que INIA Las Brujas consideró importante iniciar estudios para valorar el nivel de impacto

ambiental de los plaguicidas utilizados en los sistemas de producción intensivos en su área de influencia. Para ello se realizaron trabajos en la temática durante la temporada 2004-2005 en cultivos frutícolas y hortícolas.

## Metodología utilizada

A los efectos de obtener la información deseada, se efectuaron encuestas a productores de tomate, zanahoria y productores frutícolas (pera, manzana y durazno), las cuales permitieron cuantificar el uso de los plaguicidas en esos cultivos y los principales problemas relacionados con su uso.

Además, se llevaron a cabo análisis químicos y biológicos para determinar residuos de plaguicidas en distintos componentes del agro ecosistema (agua y suelo). Los valores obtenidos se compararon con los estimados por modelos de predicción de destino de plaguicidas y se calcularon índices de impacto ambiental.

Se compararon también los sistemas de producción convencional (PC), en el que los plaguicidas se usan según criterio individual de cada productor, y la producción integrada (PI), en donde los plaguicidas se usan según normas que tienden a racionalizar su uso. En el caso de la zanahoria, se compararon dos situaciones una zona donde ataca una plaga (el gorgojo) y otra sin ese problema sanitario.

## Manipulación de plaguicidas

En función de los resultados de estas encuestas, las principales restricciones detectadas en la manipulación de plaguicidas fueron: la falta de protección de los aplicadores y el destino de los envases vacíos de plaguicidas. Solamente el 55% de los aplicadores encuestados se protegen con máscara, mientras que cerca de un 20% no usa ningún tipo de protección. En cuanto al manejo de los envases vacíos, solo el 20% efectúa el triple lavado, y la mayoría de los productores encuestados, contestó que guarda los envases por carecer de mecanismos que aseguren un destino final ambientalmente razonable.



## Perfil del manejo sanitario

En la producción convencional de tomate (invernadero y campo), se realizan promedialmente entre 40 a 44 aplicaciones de plaguicidas (insecticidas y fungicidas), siendo los plaguicidas más usados mancozeb, clorotalonil, metamidofos (actualmente este producto ha sido prohibido totalmente) y piretroides. En nuestro estudio, se considera "aplicación" al uso de un ingrediente activo, es común la mezcla de productos por lo que en realidad el número de ingresos al cultivo con plaguicidas es menor. En el cultivo de zanahoria, en las zonas con problemas de gorgojo se usan hasta 7 aplicaciones de clorpirifos por temporada, cosa que no ocurre en las otras zonas estudiadas.

Para los cultivos frutícolas convencionales el número de aplicaciones promedio de plaguicidas varía según el rubro. En manzanos el promedio de aplicacio-

nes es de 30, en perales 25 y en durazneros de estación 20. Los plaguicidas más usados son metilazinfos, metil paration y los ditiocarbamatos.

En los mismos cultivos pero bajo el sistema de producción integrada el número de aplicaciones de plaguicidas se reduce entre un 30 a un 50%, siendo esta reducción mayor en el cultivo de tomate. Además los productos utilizados en este sistema son en general más selectivo y de menor toxicidad.

## Seguimiento de los niveles de residuos en agua y suelo

No se detectaron residuos de plaguicidas, en ninguno de los análisis químicos realizados en el agua y sedimentos de cañadas estudiadas (Cañada del Dragon, cañada Cuchilla de Rocha y Cañada Costas del Colorado) durante los ciclos de cultivo. Sin





embargo, en los bioensayos practicados se encontró en varias oportunidades toxicidad crónica en *Daphnia magna* (un microcrustáceo habitante normal de corrientes de agua dulce) en las muestras de agua tomadas al final de la cuenca de la cañada del Dragón. Esto indica la existencia de cierto nivel de contaminación en el agua de escurrimiento superficial de esta cuenca frutícola.

Mediante el uso del modelo teórico Soifug de destino de plaguicidas, se predijeron niveles de algunos plaguicidas superiores al LC50<sup>a</sup> de *D. magna* para metilazinfos y mancozeb en la cañada del Dragón y de clorpirifos en la cañada de Costas del Colorado, en los momentos de mayor aplicación. Los valores calculados sin embargo no coincidieron con los resultados de los análisis químicos practicados. En el caso de la cañada de Cuchilla de Rocha los niveles esperables siempre fueron inferiores al LC50 de *D. magna*. Los muestreos de suelo realizados en los distintos cultivos, permitieron detectar muchos de los plaguicidas utilizados, sin embargo los niveles detectados y calculados no llegaron a los valores de toxicidad aguda para las lombrices de tierra.

Además de los análisis de los plaguicidas actualmente en uso, se hicieron otros con el objetivo de detectar plaguicidas clorados. A pesar de que hace más de 30 años que no se utilizan en el país, en ocho de los nueve suelos frutícolas analizados, y en tres de los suelos de tomate se encontraron metabolitos de DDT. Esto confirma la alta persistencia de este tipo de plaguicidas en los suelos agrícolas.

### Residuos de plaguicidas en el producto final

Los análisis efectuados a productos de los rubros analizados, manzana, durazno, peras, tomates y zanahoria, permitieron detectar en muchos de ellos residuos de los plaguicidas usados durante el cultivo. Sin embargo en ningún

caso éstos excedieron lo permitido por nuestras autoridades sanitarias.

Debemos destacar que contrariamente a lo que el público en general puede suponer, si bien en la mayoría de las frutas evaluadas se detectaron residuos de plaguicidas, esto no significa que estas frutas sean perjudiciales para el consumo humano, ya que los niveles detectados (a excepción de una muestra) estaban por debajo de los LMR<sup>b</sup> aprobados por el Codex Alimentarius.

### Índice de impacto ambiental

Los valores del índice de impacto ambiental (EIQ) calculados en base al uso de plaguicidas, fueron siempre menores en producción integrada que en producción convencional. En el cultivo frutícola que existió mayor diferencia entre sistemas fue en peral, donde el valor de EIQ en PI fue 30% más bajo que en PC.

En el caso de los cultivos hortícolas las diferencias de los valores del índice EIQ encontradas entre sistemas fueron aún mayores. En tomate de campo los valores fueron de 1932 y 338 (PC y PI), en

tomate de invernadero 3099 y 608 (PC y PI) y en zanahoria 121 y 77.

Tanto en cultivos frutícolas como hortícolas, la aplicación de fungicidas es responsable de entre 80 a 90% del valor total del índice (EIQ). Siendo los productos cúpricos los que mayor contribución tienen en este índice.

Los índices obtenidos en zanahoria, mucho menores que los de tomate, son un reflejo del uso de insecticidas para el control del gorgojo.

### Comentarios finales

En la producción convencional, se utilizan plaguicidas en forma excesiva, lo que queda demostrado por el hecho de que en producción integrada se aplica un 30% menos de plaguicidas manteniendo los niveles de productividad. La producción integrada, tiene la tendencia a usar porcentualmente más plaguicidas de menor impacto ambiental, no obstante en ambos sistemas, y en particular en PC, todavía se utilizan en un porcentaje importante, plaguicidas de alta toxicidad y baja selectividad. Si bien la producción integrada en conjunto, tiene un menor impac-

to ambiental (EIQ) que la producción convencional, es posible disminuirlo significativamente, no sólo evitando uso de los productos citados anteriormente, sino también reduciendo el empleo de cúpricos y azufre.

Los niveles de residuos de los plaguicidas empleados en la actualidad detectados en suelo, no parecen ser preocupantes, sin embargo, teniendo en cuenta que se han encontrado residuos de clorados aún después de 30 años de haberse interrumpido su uso, deberá prestarse especial atención a las propiedades físico-químicas del tipo de plaguicida usado.

No se detectaron residuos de plaguicidas en los análisis químicos practicados en aguas de escurrimiento superficial (cañadas), no obstante de acuerdo a algunas predicciones de los modelos de destino utilizados y a los bioensayos realizados, podrían existir niveles de contaminación potencialmente dañinos para organismos del ecosistema acuático. Estos trabajos buscaron obtener información objetiva que facilite la discusión, la toma de decisiones por parte de productores, consumidores y autoridades y, en lo referente a INIA, iniciar la investigación en un campo poco explorado, y a la vez valorar el manejo racional de plaguicidas de forma de obtener un producto comercial de calidad, sano y seguro a través de un proceso de producción amigable con el medio ambiente.



<sup>a</sup>LC50: Concentración letal 50. Concentración de una sustancia que mata al 50% de los individuos cuando es administrada en una única exposición. Da idea de la toxicidad aguda relativa de esa sustancia.

<sup>b</sup>LMR: Concentración máxima de residuos de un plaguicida (expresada en mg/kg) en productos alimenticios para consumo humano recomendada por la Comisión del Codex Alimentarius, para que se permita legalmente su uso.

<sup>1</sup> INIA Las Brujas

<sup>2</sup> Pasantes Convenio INIA- Facultad de Agronomía

<sup>3</sup> Consultor BID

# Desarrollo de bioinsecticidas para el control de plagas agrícolas

Ing. Agr. Jorge Paullier<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Carolina Leoni<sup>1</sup>  
Ing. Agr. Amalia Baraibar<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Claudine Folch<sup>2</sup>  
Ing. Agr. Pablo Núñez<sup>3</sup>

Una importante restricción tecnológica en la producción comercial agrícola es la problemática sanitaria. En nuestro país, la estrategia de manejo para el control de plagas se basa principalmente en la aplicación de plaguicidas de síntesis química.

En este caso, cuando el manejo sanitario no se realiza de manera lo suficientemente razonada y los criterios para las decisiones de aplicación no son los más adecuados, como por ejemplo la falta de oportunidad de las aplicaciones de plaguicidas, la elección no adecuada de los productos y la alta frecuencia en las intervenciones químicas en los cultivos, se observan una serie de problemas.

Entre ellos se destaca el aumento de residuos tóxicos en los alimentos, los mayores riesgos para la salud del consumidor, del productor y del trabajador rural y el consecuente impacto ambiental negativo (acumulación de residuos de plaguicidas en el suelo, pérdida de biodiversidad y estabilidad de los sistemas), así como riesgos de surgimiento de resistencia y de disminución de los enemigos naturales. Este manejo también genera desconfianza en un mercado consumidor cada vez más preocupado no sólo por la presencia de residuos tóxicos en los alimentos, sino también por el no uso de medidas que preserven el medio ambiente. Para minimizar estos problemas que inciden en la sociedad y para mejorar la sostenibilidad del sistema de producción de alimentos, es necesario incorporar al sistema aquellos métodos de control, como el biológico, que reduzcan el uso de plaguicidas químicos y ofrezcan alimentos de calidad y seguros.

La OILB (Organización Internacional para el Control Biológico e Integrado de animales y plantas dañinas) define el control biológico como la “utilización de organismos vivos o de sus productos, para evitar o reducir las pérdidas o daños causados por organismos

nocivos”. En el caso de control biológico de plagas, incluye entre otros el uso de feromonas, predadores, parasitoides y patógenos. El control biológico reduce efectivamente las poblaciones de plagas, siendo además compatible con otros mecanismos de control como el control genético, cultural, físico y químico.

En la horticultura nacional la “mosca blanca” es uno de los principales problemas sanitarios, ocasionando importantes daños en varios rubros del sector, algunos de alta significación económica y social. Si bien se constata su presencia tanto en cultivos protegidos como a la intemperie, la mayor incidencia de estos insectos ocurre en plantaciones bajo invernáculo, destacándose los cultivos de tomate, morrón y melón.

Con el nombre genérico de “mosca blanca” se conocen comúnmente algunas especies de insectos, siendo *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* las dos especies de mayor relevancia para nuestra producción hortícola. La especie *T. vaporariorum* se ha convertido en una de las principales plagas en el sur del país, en tanto *B. tabaci* predomina en la zona litoral norte. Habitualmente en Uruguay, el control de esta plaga se basa en el empleo de insecticidas químicos. Por ejemplo en los cultivos de tomate, morrón y melón, la mayoría de las aplicaciones de insecticidas están dirigidas al control de este insecto.

En el mundo, el control biológico de “mosca blanca” se basa en el empleo de parasitoides, depredadores y hongos patógenos. Estos hongos infectan a los insectos vivos provocándoles micosis, sien-



Foto 1. Adultos de mosca blanca *T. vaporariorum* en tomate.



Foto 2. Plantas de tomate bajo protección plástica.



Foto 3. Larva de *T. vaporariorum* sana.



Foto 4. Larva de *T. vaporariorum* infestada por el hongo entomopatógeno.

do los más estudiados los pertenecientes a los géneros *Aschersonia*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium* (sin. *Verticillium*), *Metarhizium* y *Beauveria*.

En nuestro país a nivel institucional se está fomentando el desarrollo del control biológico, utilizando la potencialidad de nuestros recursos genéticos. En particular para el caso de “mosca blanca”, se está impulsando la utilización de la entomofauna y los microorganismos nativos que permitan la producción de bioinsecticidas efectivos y accesibles para los productores.

A través del proyecto FPTA 129 se han realizado estudios en control biológico de la mosca blanca *T. vaporariorum* con el parasitoide *Encarsia formosa*. Los mismos se hicieron en la Facultad de Agronomía, financiados en parte por INIA.

En lo que refiere a la evaluación de hongos entomopatógenos para el control de *T. vaporariorum*, se destaca la ejecución por parte de APODU del FPTA 127.

En él se identificaron y seleccionaron diferentes aislamientos de hongos entomopatógenos como *Lecanicillium lecanii* (sin. *Verticillium lecanii*) y *Paecilomyces fumosoroseus*, se evaluaron las condiciones de producción del inóculo en laboratorio, se ajustó y evaluó la producción de un bioinsecticida formulado artesanalmente empleando arroz como sustrato, y se evaluó en un cultivo de tomate bajo invernáculo la eficiencia de control del bioinsecticida en base al hongo *P. fumosoroseus*. Las aplicaciones del bioinsecticida lograron una performance muy similar a la obtenida con los insecticidas químicos recomendados para la plaga, reduciendo y manteniendo a un bajo nivel las poblaciones de *T. vaporariorum* durante el ciclo del cultivo.

En el 2005 en tanto, el INIA a través de su Unidad de Agronegocios y Difusión y LAGE y Cía. S.A., empresa uruguaya especializada en el desarrollo de productos biológicos, firmaron un Convenio de Vinculación para la producción comercial de un agente de control biológico para *T. vaporariorum* en base a *Lecanicillium lecanii*. Durante el período octubre 2005 - setiembre 2006, se evaluó un bioinsecticida en base al hongo *L. lecanii* elaborado en las instalaciones de LAGE y Cía., para el control de “mosca blanca”. Las evaluaciones se realizaron

en cultivos de tomate en predios del departamento de Canelones, bajo Producción Integrada (PI)<sup>a</sup> y Producción Orgánica (PO)<sup>b</sup>, y en distintos ciclos de cultivo: primavera-verano y otoño-invierno. Se observó infección de *L. lecanii* sobre “mosca blanca” en todos los cultivos, si bien el control de la plaga fue errático (Figuras 1 y 2). A partir de los resultados obtenidos se concluye que el bioinsecticida posee el potencial patogénico como para ser utilizado a nivel comercial en el control de “mosca blanca”. Sin embargo, es necesario ajustar las condiciones de aplicación para optimizar los resultados.

Paralelamente, entre abril y setiembre de 2006, en la Estación Experimental INIA Salto Grande se evaluó la eficiencia del bioinsecticida para el control de “mosca blanca” en el cultivo de tomate bajo invernáculo, con resultados promisorios. A su vez en invernáculos comerciales de tomate en Bella Unión se aplicó el bioinsecticida y se observó un buen comportamiento del mismo. Actualmente INIA Las Brujas con el apoyo de la empresa LAGE y Cía. está ejecutando un proyecto PDT (Programa de Desarrollo Tecnológico del Ministerio de Educación y Cultura) para avanzar en los estudios sobre el control de “mosca blanca” en base a hongos patógenos en cultivos de tomate. Entre otros objetivos el proyecto busca ajustar la estrategia de uso del bioinsecticida (determinar los umbrales de intervención, evaluar la compatibilidad de *L. lecanii* con los fungicidas, insecticidas y coadyuvantes más utilizados en la producción de tomate) y aportar información para el registro del bioinsecticida ante la Dirección General de Servicios Agrícolas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

La aprobación oficial en el país de un marco normativo para el registro y uso de productos biológicos resulta sustancial para el desarrollo industrial y la adopción a nivel productivo de los agentes biológicos.

La incorporación del control biológico de plagas permitirá una producción de hortalizas eficiente, sustentable y respetuosa del ambiente, buscando mejorar las condiciones de trabajo y la calidad de vida de productores y consumidores, a la vez de cumplir con las exigencias de los mercados en cuanto a alimentos sanos y seguros.

<sup>a</sup> La Producción Integrada (PI) es un sistema de producción de alimentos y otros productos de alta calidad, que para asegurar una agricultura sostenible utiliza sus recursos naturales y fomenta sus mecanismos de regulación natural sustituyendo insumos potencialmente conta-

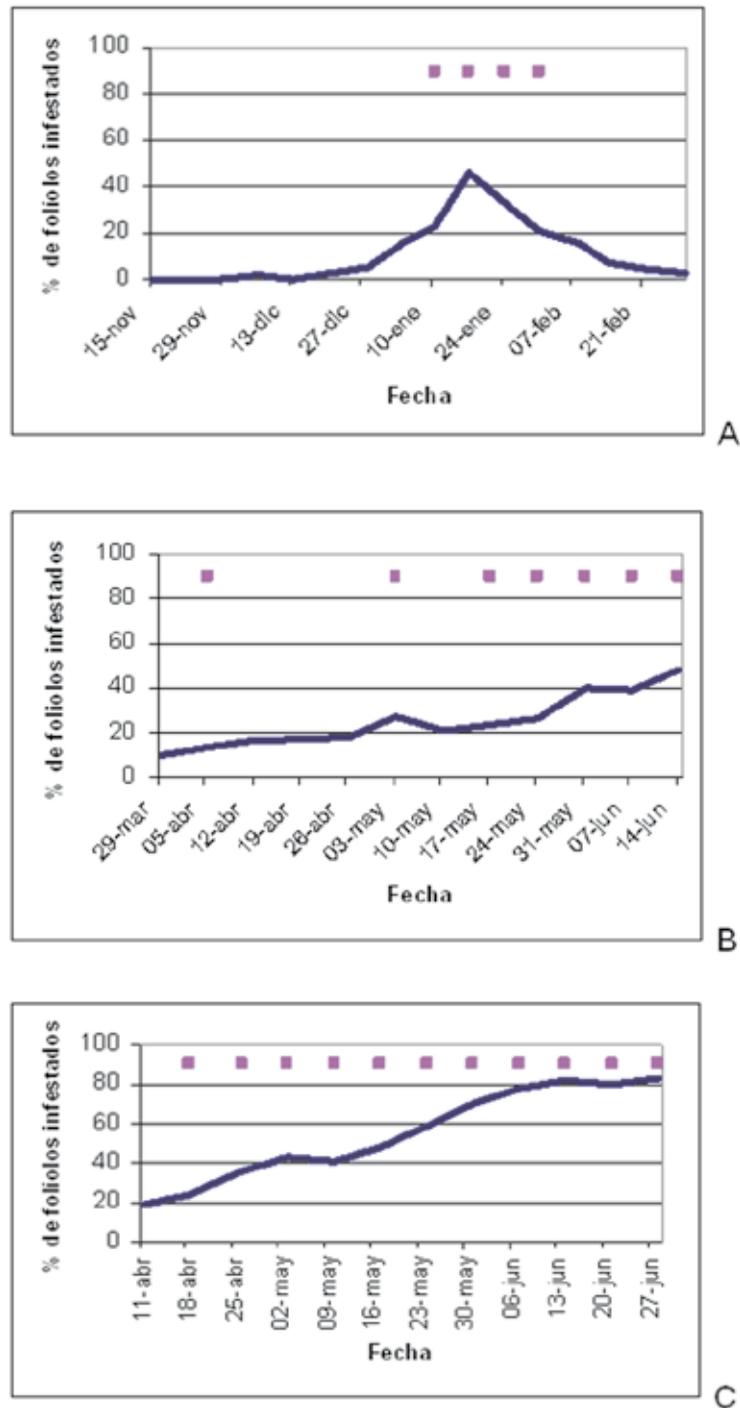


Figura 1. Efecto del bioinsecticida (*L. lecanii*) sobre el control de mosca blanca (*T. vaporariorum*) en invernáculos bajo producción orgánica de Canelones. Control bueno (A), medio (B) y sin control (C).



Figura 2. Efecto del bioinsecticida (*L. lecanii*) y del insecticida químico sobre el control de mosca blanca (*T. vaporariorum*) en un invernáculo bajo producción integrada de Canelones.

minantes (OILB, 2004). La PI se basa en normas de producción por cultivo y existe un control de los procesos de producción y de empaque.

<sup>b</sup> La Producción Orgánica (PO) es un sistema de producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. En el manejo de los cultivos emplea métodos

culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos. La PO se basa en normas de producción específicas y precisas (Adaptado de Codex Alimentarius/FAO/OMS, 2001).

- 1 INIA Las Brujas
- 2 LAGE y Cía. S.A.
- 3 Convenio INIA-LAGE y Cía. S.A.



# INIA apuesta al control biológico de enfermedades y plagas agrícolas

Lic. Bioq. Federico Rivas  
Ing. Agr., M.Sc. Rosario Alzugaray  
Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Silvia Pereyra  
Ing. Agr., M.Sc., Ph.D. Nora Altier

La agricultura convencional, ha sostenido tradicionalmente el control de plagas mediante el uso de agroquímicos que pueden generar impactos perjudiciales en el ambiente y la salud, a la vez de afectar la biodiversidad natural de los agro-ecosistemas. El Control Biológico se plantea como una estrategia alternativa para el manejo fitosanitario, a través del uso de organismos benéficos, contribuyendo a la obtención de productos diferenciados en cuanto a calidad e inocuidad de los alimentos. La riqueza biológica, química y genética de las plantas, animales y microorganismos representa una excelente oportunidad para la investigación en bioplaguicidas.

Anteriormente, INIA promovió diversos proyectos para el desarrollo de estrategias de Control Biológico de enfermedades y plagas, a través de los programas por cadena de valor; algunos de ellos se listan en el cuadro 1. A partir de 2007, en el marco del Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental, se consolidó un equipo de trabajo en el tema, que está llevando adelante el proyecto "Valorización de la biodiversidad y su utilización para el control biológico de plagas (insectos, enfermedades y malezas)". Este proyecto tiene por objetivo principal, el desarrollo de *Agentes de Control Biológico* usando los recursos genéticos de flora, fauna y microorganismos, y entre los objetivos específicos se destacan: prospectar, identificar y caracterizar *Agentes Microbianos de Control Biológico* (AMCB) y además, implementar una unidad básica de producción y formulación de los mismos.

- Desarrollo del control biológico de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* West con el uso de hongos entomopatógenos. APODU: Alda Rodríguez. Proyecto FPTA 127, 2000 - 2002.
- Desarrollo de una tecnología para el control biológico de enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras: inoculante en base a cepas nativas de *Pseudomonas fluorescens*. IIBCE: Alicia Arias. Proyecto LIA 028, 2000 - 2004.
- Control biológico de la fusariosis de espiga de trigo con *Trichoderma* (en rastrojo) y bacterias y levaduras (en espiga). Facultad de Química: Silvana Vero. Proyecto CSIC, 2003 - 2006.
- Caracterización de los biocontroladores de insectos plaga en sistemas de producción agrícola pastoriles del litoral oeste uruguayo. Facultad de Agronomía: Adela Ribeiro. Proyecto PDT 32/07, 2005 - 2007.

Cuadro 1 - Proyectos promovidos por INIA para el desarrollo de Agentes Microbianos de Control Biológico

## Actividades de investigación en agentes microbianos de control biológico

Las investigaciones llevadas a cabo en esta temática, han permitido identificar varios agentes de biocontrol, para el manejo de los principales patógenos e insectos plaga que causan pérdidas en los cultivos. Uno de los avances en este tema fue la identificación de cepas bacterianas nativas de *Pseudomonas fluorescens* (UP61, UP143 y UP148) para el control de enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras (Quagliotto *et al.*, 2004; Bajsa *et al.*, 2005). Este proyecto se realizó en forma conjunta entre el INIA, el IIBCE (Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable), la Facultad de Agronomía y el sector privado. Actualmente, está en etapas avanzadas la negociación de un acuerdo a los efectos de registrar este bioplaguicida como un producto comercial.

Por otra parte, se está trabajando con un hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* para el control de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en cultivos de tomate (Paullier *et al.*, 2007). En un proyecto en conjunto con la Facultad de Química se están caracterizando cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de la fusariosis

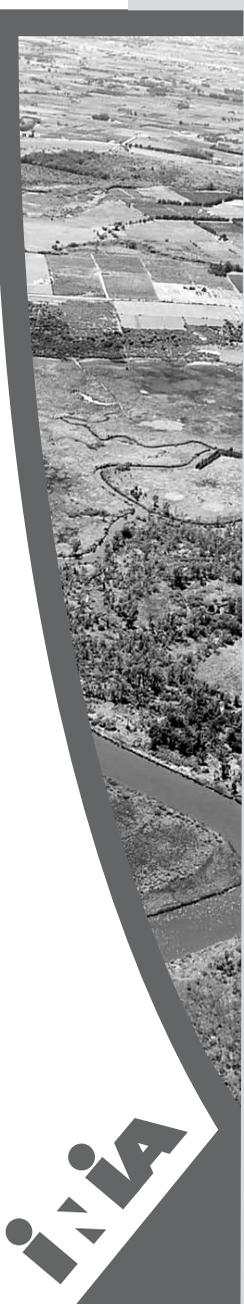


de la espiga de trigo (Pereyra *et al.*, 2005). A su vez, en trabajos conjuntos con la Facultad de Agronomía, se está desarrollando la prospección de nuevos agentes de biocontrol a partir de plagas en pasturas. En esta línea se identificó al hongo *Zoophthora radicans* como causa de muerte de *Epinotia aporema* y también a *Erynia neoaphidis* como agente natural y frecuente de mortalidad en áfidos (Alzugaray *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.* 2007).

## Unidad de producción y formulación de agentes microbianos de control biológico

Entre las principales limitantes en la utilización de los AMCB, se encuentran la producción a gran escala, para poder ser aplicados en grandes superficies y en particular, la formulación. Apostando a esta tecnología, INIA está construyendo un nuevo laboratorio, que con-

temple estas actividades con el equipamiento necesario y característico. El mismo se encuentra ubicado en la Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate" de INIA Las Brujas y servirá como plataforma para el desarrollo de bioplaguicidas. Se prevé que coordine actividades con el resto de los programas nacionales de INIA y que también transfiera tecnología al sector público, privado y productivo.



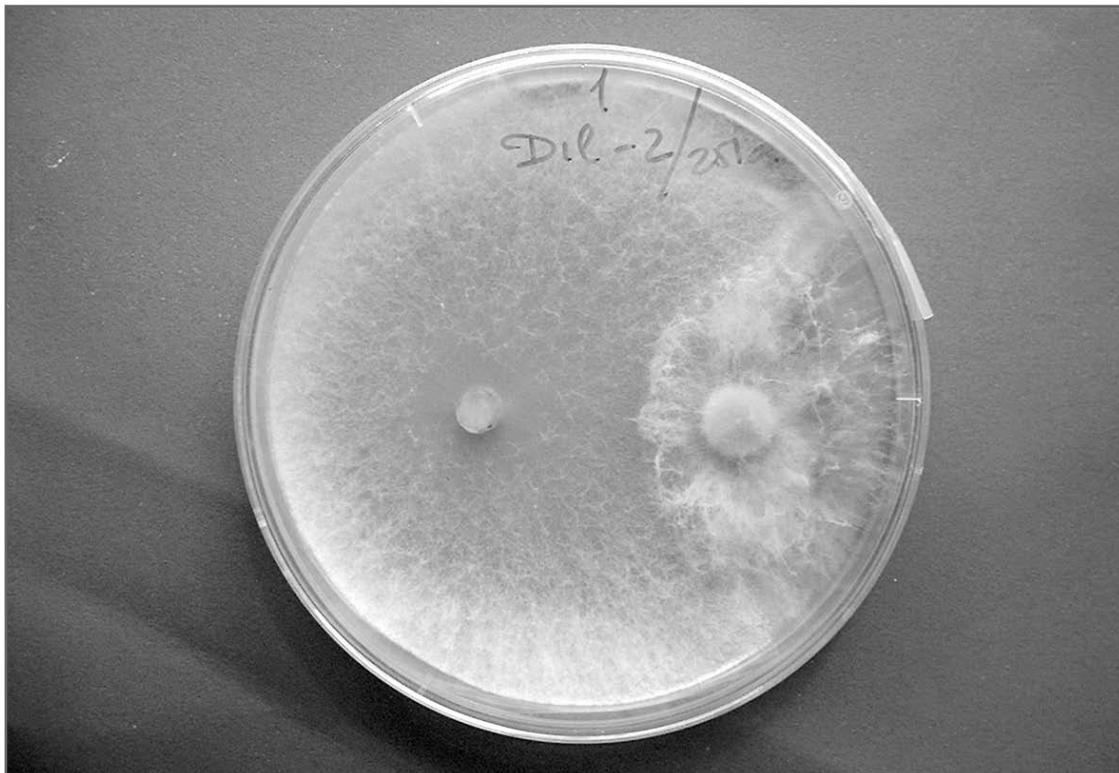
## Fortalecimiento de alianzas estratégicas a nivel internacional

Frente a la necesidad de formalizar alianzas estratégicas con instituciones líderes en la utilización y producción de AMCB, se priorizó la vinculación tecnológica con grupos internacionales, como AgResearch y EMBRAPA (Brasil). En particular, el Instituto neozelandés AgResearch trabaja en el desarrollo de Agentes de Control Biológico desde hace más de 20 años. Esta línea de investigación, es impulsada por una política netamente proteccionista del medio ambiente con una fuerte rentabilidad comercial. Actualmente se encuentra en etapas avanzadas de negociación un acuerdo entre INIA y AgResearch para profundizar en investigación, desarrollo e innovación en Control Biológico, con el asesoramiento de técnicos especializados de dicha institución con experiencia y una larga trayectoria en la producción y formulación de AMCB. Es destacable que muchos de estos AMCBs son productos formulados, patentados y comercializados por empresas neozelandesas. Esta propuesta posiciona a INIA como institución de referencia a nivel nacional en la prospección, producción y formulación de AMCB.

## I y II Taller de agentes microbianos de control biológico

El primer Taller realizado en marzo 2006 contó con la participación de técnicos nacionales, de Nueva Zelanda (AgResearch), Brasil (EMBRAPA) y Argentina (INTA). Durante el mismo se intercambiaron experiencias y pusieron en contacto los grupos que trabajan en el área, tanto del INIA, de la Universidad de la República, del IIBCE, del MGAP, así como del sector privado. Además, permitió establecer las principales limitantes en el tema y analizar las demandas del sector científico, de las empresas proveedoras de productos biológicos y de los usuarios finales. Principalmente se enfatizó la necesidad de contar con un marco regulatorio para el registro y utilización de AMCB en el territorio nacional (Primer Taller Uruguayo de Producción de Agentes Microbianos de Control Biológico, 2006).

El Segundo Taller de Agentes Microbianos de Control Biológico, se llevará a cabo entre los días 4 y 5 de setiembre en INIA La Estanzuela, Colonia. Tiene como objetivo principal consolidar los avances y discutir las perspectivas en las siguientes áreas temá-



ticas: prospección, evaluación y eficiencia de control de los AMCB, formulación, escalado, comercialización, uso y marco normativo. Por otra parte, a través de este evento, se busca coordinar y consensuar acciones en materia de control biológico integrando a los grupos de investigación nacionales e internacionales.

## Avances en el marco regulatorio para el registro y uso de los agentes de control biológico (ACB)

En la discusión final del Primer Taller se arribó a la siguiente conclusión: "Se remarca la falta de un marco normativo que permita la utilización en el país de estos

ACB y el desarrollo de productos basados en microorganismos nativos. La elaboración de este marco normativo debería colocarse como una prioridad estratégica, ya que sería un punto de apoyo trascendente para lograr un país productivo, sustentable y natural, y debería ser consensuado por todas las instituciones involucradas en el tema, incluyendo la industria y a los productores agropecuarios" (Primer Taller Uruguayo de Producción de Agentes Microbianos de Control Biológico, 2006).

A partir de entonces la Dirección General de Servicios Agrícolas (MGAP) ha trabajado en una propuesta de marco regulatorio aprobándose el 09 de mayo de 2007 el Decreto 170 (Diario Oficial) por el cual el Poder Ejecutivo

decreta de interés para la producción agrícola el uso de ACB. Dicha propuesta plantea que los ACB sean sometidos a Análisis de Riesgo en cuanto a impacto ambiental y salud humana, estando actualmente en estudio en la Dirección Nacional de Medio Ambiente (MVOTMA) y en la Dirección de Salud Ambiental y Ocupacional (MSP). Del mismo modo se contempla la creación de una comisión integrada por los Ministerios antes mencionados y la Universidad de la República, como ámbito para la evaluación y aprobación de los ACB. INIA, a través de la Gerencia de Vinculación Tecnológica, acompaña este proceso promoviendo la interacción entre los organismos e instituciones vinculados al tema.



# La biodiversidad y nuestro desarrollo responsable

Ing. Agr. Oscar Blumetto.

## Concepto de biodiversidad

Según el Convenio de Naciones Unidas sobre Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica, ésta se define como: "La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas"

Normalmente se clasifica la biodiversidad en tres tipos:

**Genética** o diversidad intraespecífica, consistente en la diversidad de versiones de los genes y de su distribución, que a su vez es la base de las variaciones entre individuos.

**Específica**, entendida como diversidad sistemática, consistente en conjunto de los sistemas genéticos o genomas que distinguen a las especies.

**Ecosistémica**, la diversidad de las comunidades biológicas cuya suma integrada constituye la Biosfera.

## La biodiversidad uruguaya

Uruguay posee un pequeño territorio en relación a los vecinos de la región, sin embargo esa escasa superficie posee una gran



variabilidad desde el punto de vista de su geología, tipo de suelos, disponibilidad de agua, incidencia del viento e incluso la topografía, a pesar de no tener montañas. Esta particular topografía hace que una gran red de cursos de agua (ríos, arroyos, cañadas) recorra todo el país y combinado con los elementos antes mencionados permiten una gran variedad de ambientes que sustentan una gran diversidad biológica.

La flora o vegetación, que es el conjunto de plantas que viven en el territorio, alcanza en nuestro país unas 2750 especies de las cuales 324 pertenecen a las gramíneas, que junto a otras herbáceas forman parte de nuestro principal ecosistema, el campo natural. Cerca de 300 especies son leñosas (árboles y arbustos) que entre otros ecosistemas, forman los diversos tipos de monte nativo. Según la región del país en que nos encontremos

estos montes o bosques tienen una biodiversidad con influencia de la selva paranaense, selva de mata atlántica o monte chaqueño. Esta situación lo ubica en los extremos de varios tipos de vegetación y permite la convivencia de varios cientos de especies animales entre las cuales las más destacadas son los vertebrados con más de 450 especies de aves, 400 de peces, 114 mamíferos, 66 reptiles y 48 anfibios. No se sabe con certeza cuántas especies de invertebrados habitan nuestros ecosistemas pero sabemos que son miles de especies con grupos muy diversos como los insectos, arácnidos, moluscos, anélidos, etc.

Según el GEO Uruguay (2008) las principales amenazas a la biodiversidad uruguaya provienen del cambio de uso de la tierra, el cual ha sufrido una aceleración importante recientemente. Esto hace que sea vital tomar conciencia de la importancia de la biodiversidad, su papel en el mantenimiento de la vida en el planeta y la forma de conservarla.

## Piezas de los ecosistemas

La diversidad biológica es causada por la evolución de los organismos para adaptarse ante condiciones de vida diferentes, es por ello que cada uno tiene un rol específico en el ecosistema que habita. Cada especie,



e incluso variantes genéticas de ellas, como variedades, razas o subespecies, dependen de su entorno para sobrevivir: se alimentan y refugian en él y son parte de su oferta de alimentos. Por esta razón, la pérdida de biodiversidad, se refiere a la pérdida de organismos diseñados por miles de años de evolución para cumplir una función ecológica precisa y de la cual depende el resto del funcionamiento ecosistémico.

El riesgo de pérdida de esta diversidad es por tanto la posibilidad de que esos ecosistemas cuyos servicios consumimos (aire limpio, agua pura, suelos fértiles, alimentos, fibras, etc.), dejen de funcionar correctamente y se resientan sus funciones.

Otro riesgo inherente a la pérdida de biodiversidad es la falta de conocimiento científico que existe en muchos casos y hace que se pierdan junto con esas desapariciones, información valiosa para el uso humano. La gran mayoría de medicamentos, cosméticos y sustancias químicas industriales provienen de sustancias que generaron organismos biológicos, y muchos principios activos podrían perderse sin siquiera conocerse su existencia.

Hoy conocemos algunas consecuencias de las disfunciones de los ecosistemas por la pérdida de diversidad, pero seguramente son más las cosas que no sabemos.

### Estrategias de conservación y uso

El hombre ha utilizado directa o indirectamente los recursos biológicos para vivir, primariamente usando los vegetales o animales silvestres como alimento, abrigo y refugio. Posteriormente en la historia humana, unas pocas especies se domesticaron para utilizar sus productos y derivados, lo cual hizo que las sociedades modernas se independizaran parcialmente de las especies silvestres. Pese a esto la extracción del medio natural no ha cesado y el incremento de la población ha hecho aumentar la demanda de productos de la producción de especies domésticas, que ha aumentado el área en la que se desarrollan y otros efectos secundarios de la concentración productiva.

A nivel global muchas comunidades, en especial indígenas, establecen sus sistemas de vida en base a la utilización de los recursos naturales y en gran parte los biológicos. En tiempos históricos estas comunidades estaban en equilibrio con su medio y la biodiversidad no corría riesgos serios, pero las presiones del mundo exterior y el cambio de las necesidades económicas han roto ese equilibrio, con la consiguien-



te reducción de la biodiversidad y la degradación de los ecosistemas que los sostienen.

En nuestro país el uso de la biodiversidad como recurso, data desde el comienzo de la historia del género humano en la región. La colonización alteró la magnitud y las formas de uso, pero esta se ha mantenido hasta nuestros días siendo en algunos sectores sociales una fuente importante de alimentos, energía, material de construcción y recursos económicos.

El caso más conocido quizás resulte la explotación de la flora arbórea nativa como leña, actividad que es muy importante para un país, representando casi la

mitad de la energía consumida en calefacción y cocción de alimentos. Esta actividad extractiva está regulada para el monte nativo, pero no alcanza a todas las comunidades leñosas y no existen planes de manejo que aseguren mantener su calidad estructural. Esto implica que la superficie y la capacidad para mantener la vida silvestre pueden reducirse en forma importante.

Una actividad de importancia capital para la economía de nuestro país es la ganadería, que en su amplia mayoría se desarrolla utilizando el campo natural como base forrajera. Es decir que una de las principales actividades económicas y fuente de divisas

del país, está sustentada por la biodiversidad de nuestras praderas naturales, lo cual le imprime características importantes de calidad, estabilidad, estructuras de costos y sostenibilidad del sistema productivo.

Otros usos de la diversidad biológica es la caza de animales para alimentación, la caza deportiva o como animales de compañía u ornamentales. Si bien muchas de estas actividades son ilegales, algunas están reglamentadas y adecuadamente gestionadas permitirían la conservación del recurso con importantes resultados del punto de vista económico para el país. Estos son solo unos pocos ejemplos de la diversidad de usos que hoy tiene la biodiversidad, por ello a nivel internacional se procura su conservación.

La creación de Áreas Naturales Protegidas (ANPs) es uno de los pilares de la conservación a nivel mundial. Uruguay está retrasado en la implementación a nivel regional, encontrándose en la fase inicial del proceso con una escasa superficie protegida. Aunque el rol de las ANPs en la conservación es indiscutible, no pueden por si solas asegurar el éxito en la preservación de la diversidad biológica, por eso se necesita que todo el territorio se integre en los planes de conservación y para ello es necesario involucrar los sistemas productivos. Esto es especialmente importante en un país donde más del 90 % del territorio es propiedad privada y está afectado a la producción agropecuaria.

### El rol de la investigación

La investigación ha jugado un papel esencial en la generación de información para el uso de la biodiversidad con diversos objetivos. La información científica es también la base para la conservación de la biodiversidad, ya que el conocimiento de las características, necesidades vitales e interrelaciones de los organismos vivos, permite el desarrollo de estrategias para su conservación. Desde la Investigación Agropecuaria se realizan aportes mediante la generación de alternativas tecnológicas para la adecuada gestión de los recursos naturales y la reducción de los efectos adversos sobre el ambiente, sin embargo hoy un nuevo desafío se presenta: el desarrollo de sistemas de producción compatibles con la conservación.

Mantener buen nivel de productividad, calidad de vida y riqueza de ecosistemas es una misión posible, pero depende de la toma de conciencia sobre su importancia y del compromiso de toda la sociedad en jugar un papel activo en su conservación.



## Campo natural en Uruguay

# Biodiversidad y manejo para la sustentabilidad

Ing. Agr. Martín Jaurena  
 Ing. Agr., Ph.D. Fernando Olmos  
 Ing. Agr., M.Sc. María Bemhaja  
 Ing. Agr., Ph.D. Elbio Berretta  
 Lic., Ph.D. Felipe Lezama

Ing. Agr., Ph.D. Enrique Pérez Gomar  
 Ing. Agr., M.Sc. Stella Zerbino  
 Ing. Agr., Ph.D. Federico Condón  
 Ing. Agr. Oscar Blumetto  
 Ing. Agr. José Pedro Castaño  
 Lic., M.Sc. Magdalena Rocanova

### Evolución de los Recursos Naturales Terrestres

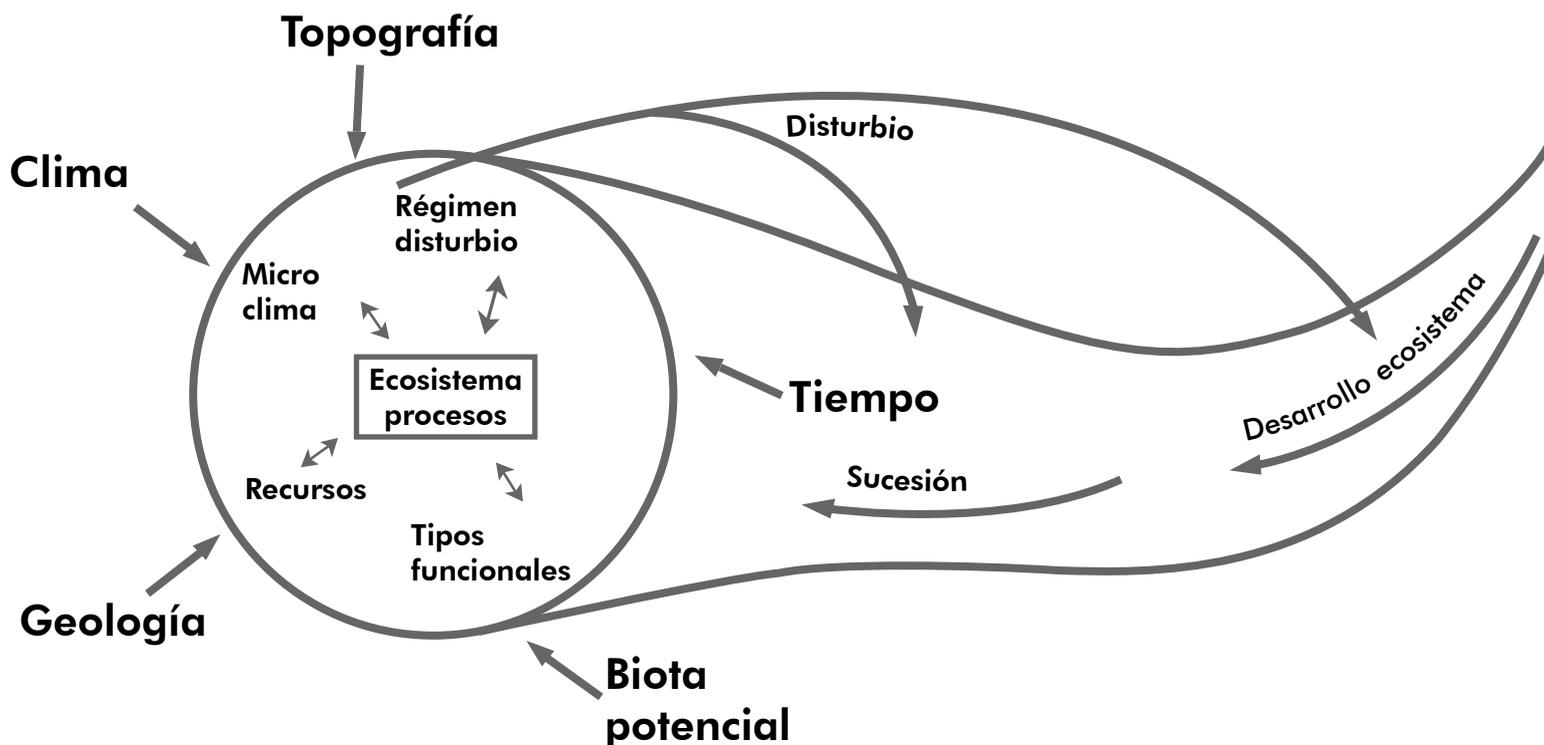
Los principales recursos naturales terrestres con que cuenta el Uruguay son el agua potable, los suelos y las pasturas naturales con tipos de flora y fauna específicos. Estos recursos conforman diferentes y complejos ecosistemas que han sido y continúan siendo transformados para diferentes aptitudes y usos como la ganadería, la agricultura, la forestación, la construcción de asentamientos y ciudades, carreteras, entre otros. En estas condiciones, con la desaparición de determinados hábitat, se da la extinción de poblaciones de especies debido a la pérdida de material genético imposible de recuperar, en un proceso llamado "erosión genética". El sobreuso o sobrepastoreo, también es causa de la degradación de pasturas naturales afectando el funcionamiento del ecosistema. El campo natural continúa siendo la base forrajera para la producción primaria de carne, lana y leche para el país y el mundo. El mercado mundial es cada vez más exigente en auditar, certificar la producción y la transformación de estos productos por las diferentes cadenas que van del "campo al plato", exigiendo seguridad alimentaria y responsabilidad con el ambiente. Los ecosistemas de pasturas naturales

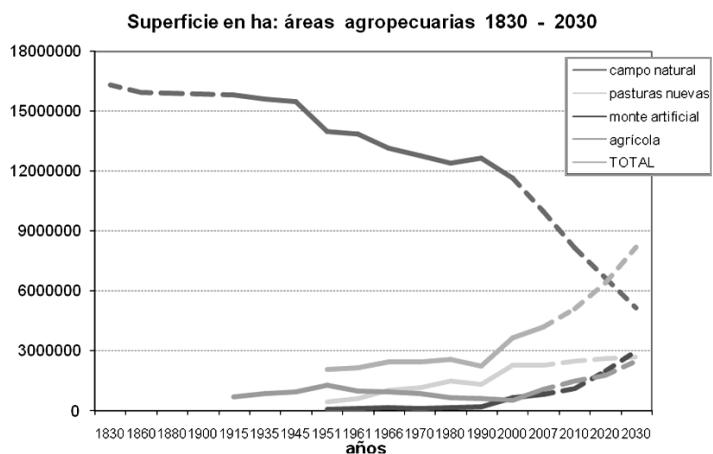


son fuente de servicios ambientales de: provisión de forraje para el ganado, refugio y alimento para la micro y macro fauna silvestre, reciclaje de nutrientes y

mantenimiento de la calidad del agua, entre otros. La valoración del campo natural en la producción de alimentos seguros y de servicios eco-sistémicos requiere

avanzar en el conocimiento que brinda la investigación y la formación-capacitación de equipos multidisciplinarios sólidos e interinstitucionales.





Evolución y proyección del área de campo natural para el período 1830 – 2030, incluyendo la evolución del área de cultivos, praderas, forestación. En base a diferentes fuentes incluidas MGAP-Censos, Olmos 2008



### Desafíos planteados y en ejecución desde INIA

El Programa Nacional de Investigación en Pasturas y Forrajes de INIA, cuenta con investigadores que ejecutan varios Proyectos de Investigación, entre ellos el Proyecto de Campo Natural Sustentable. Este Proyecto busca: **Revalorizar el ecosistema de campo natural como base forrajera productiva sustentable y suministro de servicios ambientales.**

El campo natural está compuesto por comunidades complejas de especies vegetales (herbáceas, leñosas; invernales y estivales; perennes y anuales; maciegas, rizomatosas, estoloníferas; etc.) y animales (nativos e introducidos; micro y macro fauna; mamíferos, aves, insectos, hongos y bacterias aeróbicos y anaeróbicos, entre otros). Para realizar propuestas desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo, los investigadores de INIA nos comprometemos desde diferentes ecosistemas,

a aportar al siguiente objetivo específico: **Caracterizar las comunidades vegetales y sus interacciones con la cadena trófica en la producción ganadera.**

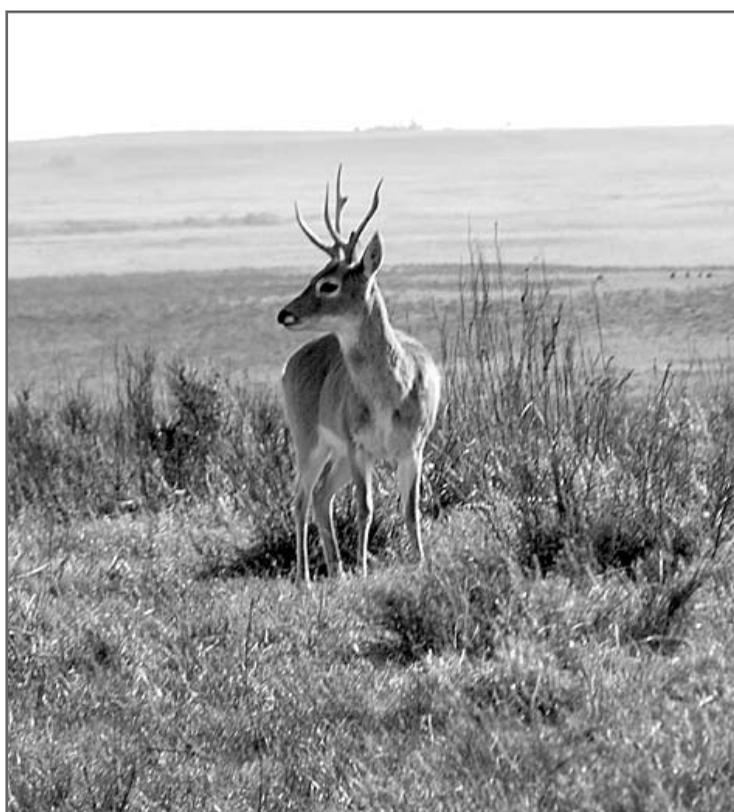
La presencia o ausencia de determinadas especies vegetales y animales, indica la salud del ecosistema o del sistema de producción en estudio. El manejo aplicado a diferentes usos del suelo (ganadería, agricultura y forestación) y dentro de cada uno (ganadería extensiva de cría, engorde, ciclo completo o ganadería intensiva) determinan cambios, desequilibrios en los recursos naturales que pueden ser reversibles o irreversibles, vinculados a la pérdida de nutrientes y erosión del suelo y a las comunidades animales y vegetales. En este sentido, el Proyecto se propone además, **desarrollar indicadores del estado de degradación / productividad de las comunidades vegetales, macro y micro fauna en ambientes edáficos y fauna general de sistemas ganaderos.**

Las diferentes especies han evolucionado en forma conjunta con las condiciones de pastoreo, clima y suelo, adaptándose a las diferentes regiones del país. Los ecosistemas naturales son fuente de servicios ambientales como ya se mencionó, por ejemplo, en la provisión de forraje para el ganado, de refugio y alimento para la micro y macro fauna silvestre, reciclaje de nutrientes y mantenimiento de la calidad del agua, entre otros. La pérdida de las especies así como de su variabilidad genética, por manejo inapropiado, requiere de investigación científica y colecta en sitios donde estas han sido protegidas o manejadas por productores y/o instituciones. También se requiere la valorización y la conservación de germoplasma “*in situ*” o “*ex situ*”, tarea que debe ser coordinada entre equipos e instituciones para: **Prospectar, coleccionar y valorizar los recursos genéticos en las comunidades nativas (fauna y flora).**

### ¿Investigación para qué y para quiénes?

Investigar para el conocimiento y la valoración de los recursos genéticos y nativos, con fines científicos y aplicados a los sistemas de producción teniendo en cuenta su valor en función de sus componentes y de su estabilidad a largo plazo. En este sentido, el INIA se propone:

- Identificar a las especies deseadas que son indicadoras de un buen manejo de la pastura, así como las especies exóticas invasoras llamadas “malezas” (especies en las que se trabaja para evitar su propagación)
- Generar conocimiento para productores responsables (propietarios temporarios de los recursos)
- Comunicar los avances logrados a la comunidad en general, con especial atención a los jóvenes en formación y a los decisores políticos, responsables de la planificación estratégica para las actuales y futuras generaciones.



# Uruguay está construyendo su Sistema Nacional de Áreas Protegidas

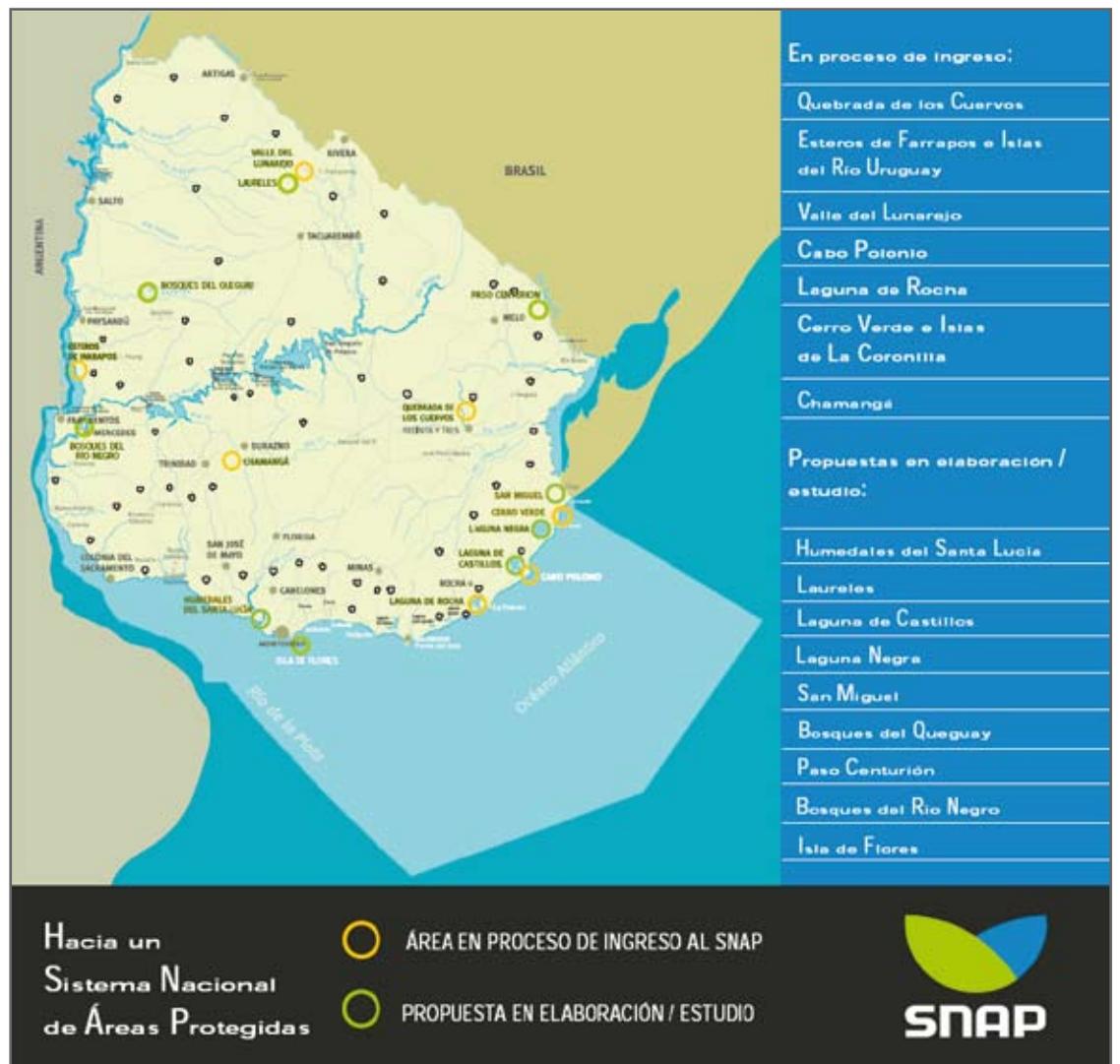
Sistema Nacional de Áreas Protegidas  
Dirección Nacional de Medio Ambiente

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Uruguay está implementando su Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), una herramienta que permite armonizar el cuidado del ambiente, en particular de la diversidad biológica, con el desarrollo económico y social del país. El Sistema incluirá áreas representativas de los ambientes naturales de Uruguay, como ríos, sierras, montes, humedales, pastizales, quebradas, zonas marinas, costeras e islas, así como los valores culturales asociados a éstos.

Desde 2005, siete áreas han iniciado el proceso legalmente establecido para su incorporación al SNAP: Quebrada de los Cuervos (departamento de Treinta y Tres), Valle del Lunarejo (Rivera), Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay (Río Negro), Cerro Verde, Laguna de Rocha y Cabo Polonio (estas tres últimas en Rocha), y Localidad Rupestre de Chamangá (Flores). Otras áreas cuentan con propuestas en proceso de elaboración o a estudio: Humedales del Santa Lucía (Canelones, Montevideo y San José), Laureles (Tacuarembó), Laguna de Castillos, Laguna Negra, San Miguel (estas tres en Rocha), Bosques del Queguay (Paysandú), Paso Centurión (Cerro Largo), Bosques del Río Negro (Soriano) e Isla de Flores.

El proceso de ingreso de áreas al



SNAP implica su consideración a nivel de la Comisión Nacional Asesora, la puesta de manifiesto público (etapas cumplidas en las siete primeras áreas mencionadas), y la realización de una audiencia pública en el área o en un sitio próximo a la misma (fase cumplida en los casos de Quebrada de los Cuervos, Esteros de Farrapos, Lunarejo, Cerro Verde, Cabo Polonio y Chamangá). Los aportes recibidos durante estas instancias de consulta son considerados en la elaboración del proyecto de ingreso del área al Sistema que

requiere, para culminar el proceso, la aprobación por decreto del Poder Ejecutivo. Esta instancia está muy próxima a cumplirse en Quebrada de los Cuervos, Esteros de Farrapos y Lunarejo.

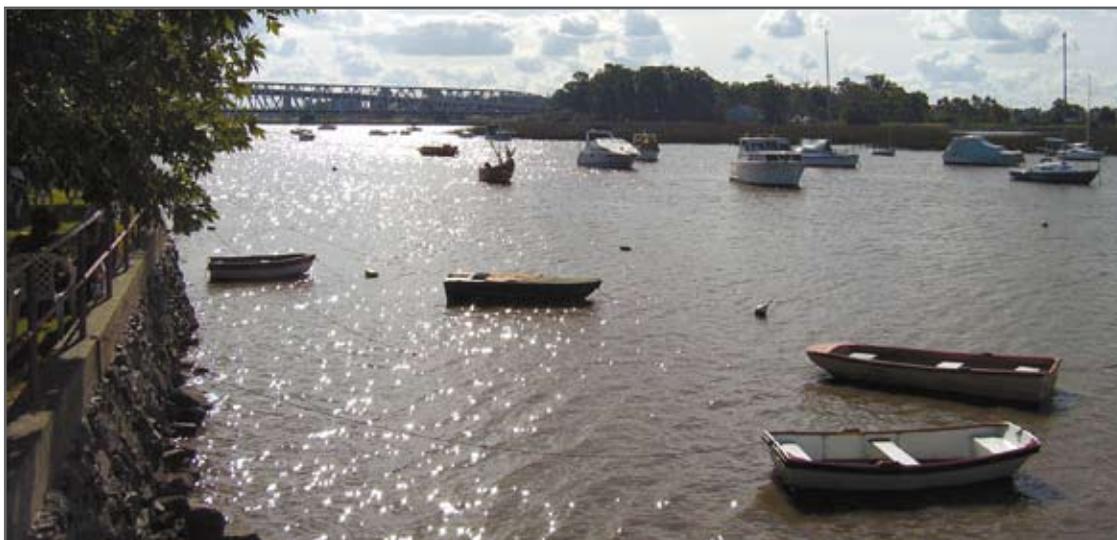
En el contexto de un acuerdo firmado entre las intendencias de Canelones, Montevideo y San José y el Ministerio de Vivienda Ordenamiento territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) en el marco del Programa Agenda Metropolitana, se presentó en diciembre de 2007, un documento de propuesta de ingreso del

área Humedales del Santa Lucía al SNAP.

También en diciembre de ese año se firmaron sendos convenios entre el MVOTMA y las intendencias de Rocha y Treinta y Tres, para avanzar en la planificación y gestión de las áreas protegidas Cabo Polonio y Quebrada de los Cuervos.

A mediados del año 2007 se constituyó la Mesa de Acuerdo Territorial para la conservación y el desarrollo del turismo de naturaleza en las Quebradas del Norte, integrada con delegados de organismos del Gobierno nacional, gobiernos de los departamentos de Artigas, Rivera, Salto y Tacuarembó, y entidades del sector privado y de la sociedad civil de los cuatro departamentos. La mesa se ha venido reuniendo de forma regular desde su constitución, avanzando en la definición de un plan de trabajo que incluye las áreas protegidas Valle del Lunarejo y Laureles en un marco territorial más amplio.

Buscando también avanzar en el proceso de planificación del SNAP, la DINAMA inició a mediados de este año, según lo establecido en el marco legal



vigente, un proceso participativo en la zona de Laureles, que permitirá definir un área protegida y elaborar el proyecto que se presentará -a fines de este año- para su incorporación al Sistema.

Pero construir un Sistema Nacional de Áreas Protegidas es mucho más que declarar áreas protegidas. Implica diseñar un sistema que represente y proteja efectivamente los valores naturales y culturales que la sociedad uruguaya priorice. Implica definir los marcos institucionales adecuados así como disponer los recursos humanos, materiales y financieros requeridos. En todos estos aspectos, el país ha comenzado a andar.

Con el objetivo de establecer una ruta para avanzar en este camino y mejorar la disponibilidad de recursos técnicos y financieros para encarar la implementación del SNAP, el gobierno uruguayo aprobó un incremento significativo de las partidas del Presupuesto Nacional destinadas a este tema, al tiempo que elaboró -con el aporte de un conjunto amplio de actores públicos, privados y de la sociedad civil- un proyecto para acceder a cooperación internacional. Fruto de ese esfuerzo, en 2007 se firmó el Proyecto Fortalecimiento del Proceso de Implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas entre el Gobierno Uruguayo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por su sigla en inglés) y el Programa del Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que involucra un aporte técnico y financiero de estas instituciones de cooperación multilateral de 2:550.000 dólares. Adicionalmente, ese mismo año, el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM, por su sigla en francés) aprobó su contribución en el marco de dicho proyecto del orden de 1:000.000 de euros y desde el año 2005, la cooperación española, a través del Organismo Autónomo de Parques Nacionales (OAPN) y de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) viene haciendo una significativa contribución técnica y financiera a este proyecto.

Todos estos recursos, que se suman a los aportados por gobiernos municipales y otros acto-

res públicos, privados y sociales, harán posible reforzar las capacidades para diseñar y llevar adelante las primeras etapas de implementación del SNAP.

### Las perspectivas y los desafíos futuros

El camino iniciado implica un desafío en las acciones a emprender en los próximos años: cómo conjugar la formulación consensuada de una estrategia de mediano y largo plazo para el SNAP con la implementación de acciones en lo inmediato, que permitan avanzar en la efectiva puesta en funcionamiento del Sistema.

En este sentido, la perspectiva ha sido avanzar en el ingreso formal al SNAP de las áreas sobre las cuales existe evidencia y consenso suficiente e iniciar procesos y generar instrumentos previstos en la normativa vigente de modo de dar los primeros pasos en la constitución del Sistema. Paralelamente, el país ha iniciado un proceso de elaboración y debate en torno al SNAP con que se espera contar tanto en sus aspectos físico-biológicos como en los normativos, institucionales y financieros. Se está trabajando en la identificación de sitios que albergan valores de biodiversidad que no han sido tenidos en cuenta por propuestas anteriores, entre ellos, zonas de importancia por los servicios ambientales que brindan (como la amortiguación de fluctuaciones hídricas, la recarga de acuíferos o el desove de peces de interés comercial), sitios relevantes como fuente de recursos genéticos (variedades silvestres de especies cultivadas) y otros ecosistemas subrepresentados. La meta es contar con un Plan de Mediano Plazo diseñado y consensuado para el Sistema a mediados del año que viene y, sobre la base de estudios más profundos y de la experiencia a generar en los primeros años de implementación del Sistema, se aspira a formular un Plan Estratégico en un plazo de cinco años.

### Áreas protegidas

Las áreas protegidas contribuyen a la conservación del patrimonio natural y cultural del país y ayudan a reducir las presiones



causadas por algunas actividades humanas sobre estos ambientes. Se transforman en sitios de referencia para apreciar los beneficios de la protección y cumplen un rol en el mantenimiento de los servicios ambientales que sustentan la base productiva del país. Generan oportunidades para las comunidades locales y la sociedad: la recreación, el turismo, la educación, la investigación, el desarrollo de actividades productivas compatibles con la conservación, así como el mantenimiento de tradiciones y culturas locales que fortalecen nuestra identidad. Permiten crear, en ese sentido, oportunidades para el desarrollo local y, en consecuencia, constituyen un instrumento para el ordenamiento del territorio y el desarrollo nacional sostenible.

A pesar de su pequeño tamaño -para los estándares sudamericanos- nuestro país presenta una interesante diversidad de ambientes. Conjuga extensas praderas naturales con distintos tipos de bosques nativos, palmares, vastas zonas de humedales, dunas móviles y una cadena de bahías, lagunas costeras, cabos rocosos y playas arenosas, a lo largo de 680

kilómetros de costa, y un amplio espacio de ambientes oceánicos y estuarinos.

Asociada a esta diversidad de ambientes, muestra una notable diversidad de especies. Sus praderas comprenden más del 70% del territorio nacional e integran una de las áreas de mayor riqueza de especies de gramíneas o "pastos" del mundo. También es uno de los países de América del Sur con mayor número de especies de aves, en relación a su superficie. Contiene una cuarta parte de las especies que viven en Brasil y el 40% de las que habitan en Argentina. El Río de la Plata y su frente marítimo se encuentran entre los ecosistemas más productivos del mundo y forman parte de la eco-región Patagónica -Atlántico Sudoeste, considerada una de las 200 eco-regiones prioritarias a escala mundial para el Programa Global 200 del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Los valiosos ambientes de Uruguay son parte del patrimonio nacional, pero también del patrimonio de la humanidad. Esto se manifiesta en numerosas designaciones y reconocimientos internacionales, por parte de UNESCO, la convención de Ramsar, Conservación Internacional y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Artículo elaborado en base al documento Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Uruguay. Avances en su diseño e implementación. (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente/Dirección Nacional de Medio Ambiente. División Biodiversidad y Áreas Protegidas / Proyecto SNAP) disponible en [www.snap.gub.uy](http://www.snap.gub.uy)



# INIA MAPA CON LAS ESTACIONES



INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km. 11, Colonia	0574 8000	FAX: 0574 8012
INIA Las Brujas	Ruta 48 Km. 10, Canelones	02 3677641	FAX: 02 3677609
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 Km. 282, Treinta y Tres	045 22023/25703	FAX: 045 25701
INIA Tacuarembó	Ruta 5 Km. 386, Tacuarembó	063 22407/24560/24562	FAX: 063 23969
INIA Salto Grande	Camino al Terrible, Salto	073 35156/32300/28064	FAX: 073 29624
INIA Dirección Nacional	Andes 1365 P. 12, Montevideo	02 9020550	FAX: 02 9023633

## OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Promover, con un enfoque integral, la innovación científico-tecnológica del sector agropecuario uruguayo de forma de mejorar su competitividad a nivel nacional e internacional.

- Contribuir a la sustentabilidad ambiental de la producción agropecuaria ampliando los horizontes para su crecimiento en el corto, mediano y largo plazo.

- Atender y fortalecer aspectos que permitan el desarrollo de una agricultura con equidad social.

- Impulsar la articulación y coordinación interinstitucional con los institutos de investigación, universidades, asociaciones de productores e industriales, y los responsables y gestores de la política científica y tecnológica del país, sobre la base del desarrollo de redes de conocimiento e innovación, buscando la eficiencia y eficacia en la resolución de problemas y el

aprovechamiento de oportunidades, con la finalidad de obtener resultados de impacto.

- Promover la mejora continua en la calidad de los productos, procesos y servicios, y en el desarrollo de las actividades, implementando una política activa de gestión estratégica del conocimiento, que estimule la capacidad de crear, compartir, transformar y capitalizar tecnologías, potenciando el aporte de valor del Instituto a la Sociedad.

- Incentivar el desarrollo integral de los Recursos Humanos, estimulando el fortalecimiento de sus conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores, que le permitan gestionar, inspirar y adaptarse a los cambios en el entorno, en busca de un desempeño transparente y altamente competitivo que los ubique como referentes profesionales a nivel nacional y regional.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

## FORMULARIO DE REGISTRO

Cédula de identidad:

Apellido:

Nombre:

Fecha de nacimiento:

Teléfono:

Celular:

E-mail principal:

E-mail alternativo:

Dirección:

Departamento:

Código postal:

Sección Policial:

Sección judicial:

¿Cuál es su ocupación principal?:

Si es profesional indique su título:

Indíquenos los temas de su interés:

- Agricultura orgánica
- Animales de granja
- Apicultura
- Arroz
- Biotecnología
- Bovinos para carne
- Bovinos para leche
- Cereales de invierno
- Cereales de verano y oleaginosas
- Citricultura

- Clima
- Economía
- Evaluación de cultivares
- Forestal
- Fruticultura
- Horticultura
- Ovinos y caprinos
- Plantas forrajeras
- Producción familiar

Otros: \_\_\_\_\_

Agradecemos nos brinde su información personal para mantener actualizada nuestra base de datos y así continuar informándolo sobre los temas de su interés, a través de nuestros diversos medios.

Envíe este formulario a INIA Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología  
Andes 1365 Piso 12 CP 11.100 - Montevideo.

visite nuestro sitio web  
[www.inia.org.uy](http://www.inia.org.uy)



## Cuidar los recursos naturales es responsabilidad de todos



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

**INIA**

**Las Brujas**

Ruta 48, Km. 10,  
Canelones  
02 3677701 / 3677641  
inia\_lb@lb.inia.org.uy

**INIA**

**La Estanzuela**

Ruta 50, km 11,  
Colonia  
0574 8000  
iniale@le.inia.org.uy

**INIA**

**Salto Grande**

Camino al Terrible,  
Salto  
073 35156 / 32300  
inia\_sg@sg.inia.org.uy

**INIA**

**Tacuarembó**

Ruta 5, Km. 386,  
Tacuarembó  
063 22407 / 24560  
iniatb@tb.inia.org.uy

**INIA**

**Treinta y Tres**

Ruta 8, Km. 281,  
Treinta y Tres  
045 22023 / 25703  
inia\_tt@tyt.inia.org.uy

**INIA**

**Dirección Nacional**

Andes 1365 P.12  
Montevideo  
02 9020550 / 9023633  
iniadn@dn.inia.org.uy