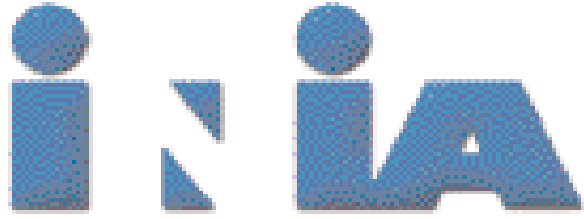


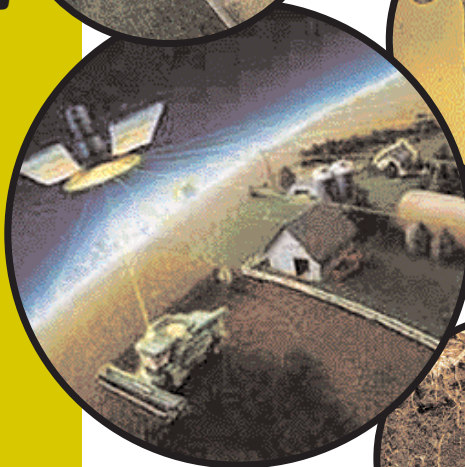
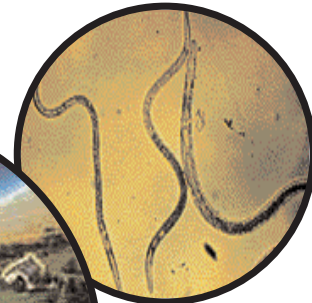
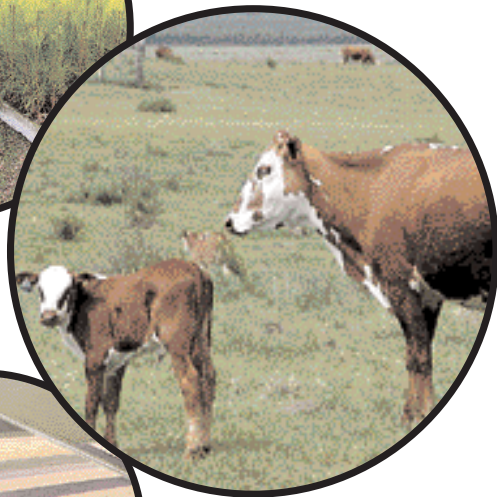
# Suplemento Tecnológico



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
U R U G U A Y

EXPOPRADO 2006

- **El INIA te explica qué es y qué hace**
- **Sustentabilidad**
- **El suelo**
- **El agua y el ciclo hidrológico**
- **La biodiversidad del suelo y su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas**
- **Cambio climático**
- **El cultivo de arroz en Uruguay**
- **Forestación**
- **Frutivicultura y citricultura en el Uruguay**
- **Hortalizas y sistemas productivos en Uruguay**
- **Ganadería en el Uruguay**
- **Los sistemas agropecuarios de producción del litoral oeste**
- **Agricultura de precisión**



# 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.

Trabaja en distintas cadenas de valor, como por ejemplo carne, lana, leche, y áreas prioritarias como la agricultura familiar y la sustentabilidad. 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 departamen-

to 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 aumentar 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.

Como todos los años el INIA muestra a través de su stand diferentes temas vinculados a sus áreas de trabajo:

- La representación de los sistemas productivos más importantes del Uruguay, los diferentes tipos de suelos y la vida que se desarrolla en ellos.
- Cómo se aplica la tecnología para mejorar la producción utilizando los recursos con criterios más racionales, que permiten su aprovechamiento por más tiempo y de manera más responsable.

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).



# Sustentabilidad



Ing. Agr. Stella Zerbino (M.Sc.) INIA  
Ing. Agr. Ernesto Restaino (M.Sc.) INIA

La relación del ser humano con el ambiente ha sido siempre contradictoria, por un lado lo destruye para sobrevivir y por otro reproduce o garantiza la reproducción de seres vivos (agricultura, ganadería, pesca, etc) con el propósito de vivir mejor. La preocupación por el ambiente surge cuando los recursos naturales son utilizados a un ritmo mayor a las capacidades de la naturaleza por reproducirlos, o cuando los desechos son generados a un ritmo mayor que la capacidad de la naturaleza por absorberlos.

Para las Naciones Unidas, el Desarrollo Sustentable es el que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras. La sustentabilidad tiene al menos tres dimensiones: ecológica, social y económica.

La producción agropecuaria sustentable tiene como objetivos básicos: mejorar la salud de los productores y consumidores, mantener la estabilidad del ambiente, asegurar ingresos a largo plazo de los agricultores y producir teniendo en cuenta las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

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 recursos, es decir el rendimiento del suelo, la preservación de las condiciones físicas de las aguas superficiales y subterráneas, así co-

mo 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).

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 ingresan en 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 con-

**Propiedades de los agroecosistemas**  
Conway, 1985

- **Productividad:** se refiere a la producción por unidad de superficie
- **Sustentabilidad:** capacidad de mantener la producción en el largo plazo
- **Estabilidad:** constancia productiva bajo un conjunto de condiciones ambientales

diciones del agroecosistema.

Aunque cada región tiene un sistema de producción típico, que es el resultado de las variaciones locales en el clima, el

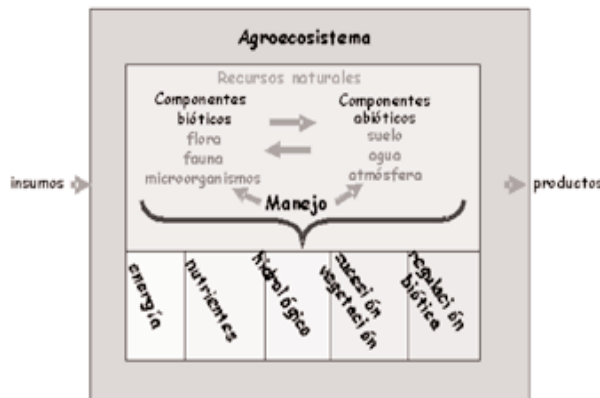
suelo, las relaciones económicas, la estructura social y la historia, los límites biológicos rara vez están bien definidos.

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.

Al comparar estas propiedades entre un sistema simple, por ejemplo el mono-

cultivo y un sistema complejo, como pueden ser nuestros sistemas mixtos de cultivos y pasturas, se observan diferencias. La productividad, en la mayoría de los casos, es mayor en el sistema simple. Sin embargo, en el sistema complejo, ante una perturbación o presión, se baja el rendimiento y luego se recupera, en tanto en un sistema simple ante las mismas condiciones desfavorables no existe el mismo proceso de recuperación, por lo que, a medi-



**¿Sabías que...?**

...para las Naciones Unidas el Desarrollo Sustentable debe ser un proceso que responda a las necesidades del presente de un país. Este proceso debe llegar a todos, darse de forma igualitaria y sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y de prosperidad de las generaciones futuras.

## ¿Sabías que...?

...con la agricultura los seres humanos simplificaron el ambiente, reemplazando la diversidad de la naturaleza con un número reducido de especies de plantas cultivadas y animales domésticos. Esto ha creado un ecosistema muy frágil que requiere de la intervención humana constantemente.

da que un sistema de producción se simplifica tiene menor sustentabilidad. Con respecto a la estabilidad, el sistema más complejo es más estable que el simple, como consecuencia de la mayor diversidad y la complejidad estructural.

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. Ésta 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.

Con la agricultura los seres humanos han simplificado la estructura del ambiente sobre vastas áreas, reemplazando la diversidad de la naturaleza con un número reducido de especies de plantas cultivadas y animales domésticos. El resultado neto es un ecosistema artificial y muy vulnerable, que requiere de la intervención humana constantemente, porque el equilibrio ecológico es muy frágil. La preparación comercial de un semillero y la siembra mecanizada reemplazan los métodos naturales de esparcimiento de semillas; los plaguicidas químicos reemplazan los controles naturales sobre las poblaciones de malezas y plagas. Por su parte la manipulación genética reemplaza los procesos naturales de evolución y selección de plantas. Incluso la descomposición se altera toda vez que la planta se cosecha y la fertilidad del suelo se mantiene, no mediante el reciclaje de nutrientes, sino con fertilizantes.

# El suelo

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.

**E**l 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.

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.



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

Degradación de los suelos	Pérdida de Otros Recursos Biológicos
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.	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 de Cantidad y Calidad de Agua	Problemas con el Aire y el Clima
Sedimentación de ríos, embalses y zonas costeras	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
Uso ineficiente de agua de riego Cambios indeseados en los flujos hídricos Contaminación por agroquímicos y residuos agroindustriales.	Problemas socio-económicos
Pérdida de Recursos Genéticos	Empobrecimiento y emigración de poblaciones rurales
Erosión genética de cultivares y razas de animales domesticados Pérdida de diversidad de especies y de diversidad genética en poblaciones de especies nativas.	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.

## Composición del suelo

El suelo tiene cuatro grupos de componentes:

- materia mineral
- materia orgánica
- agua
- aire

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

## 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 mine-



Ladera erosionada.

rales 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 podemos 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 capacidad 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. Su profundidad llega hasta 1 metro; el horizonte A es de color pardo oscuro a negro. La fertilidad natural es de media a alta. Aparecen en el sur y li-

toral 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.

Adaptado de: Suelos MGA - Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger 1971 y El suelo: cómo se conserva, cómo se destruye (MAP, INC, IICA)

## Red de sitios de evaluación de los recursos naturales

Ing. Agr. Alvaro Califra  
División Suelos y Agua  
RENARE - MGAP  
e-mail: acalifra@fagro.edu.uy



La División de Suelos y Aguas de la RENARE del MGAP viene impulsando el establecimiento de una red de sitios, donde realizar medidas de variables de los recursos naturales y efectuarlas en forma sistemática, para conocer como evolucionan en el tiempo y el espacio.

A tales efectos, viene reuniéndose regularmente, con diversos especialistas, de Instituciones como: INIA, Universidad de la República (Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias), Plan Ganadero, DINASA, etc. para lograr establecer protocolos de frecuencia, muestreo, métodos, para realizar las determinaciones y el correspondiente almacenamiento de datos. En tal sentido, se han formado comisiones que vienen formulando, en forma detallada y precisa las especificidades de diversas áreas de interés: Suelos, Uso de la tierra, Agua y Clima, Flora, Fauna, etc.

La idea es sumar capacidades y esfuerzos para lograr medir más, mejor, en forma eficiente, con el mínimo de costo asociado, compartiendo fortalezas y oportunidades.

Además de lo mencionado, desde hace mucho tiempo se vienen desarrollando proyectos y actividades en forma conjunta:

- Cartografía de suelos del área de influencia de INIA "La Estanzuela" (FPTA)- Departamentos de Soriano y Colonia – escala 1/ 200.000.
- Desarrollo de un sistema avanzado con utilización de imágenes satelitales para acceso, integración y manejo sobre variables agronómicas y climáticas-IFDC/INTA-Castelar /DSA\_RENARE\_MGAP (FPTA).
- Carta de Suelos del Departamento de Río Negro – escala 1/200.000
- Indicadores de la Calidad del Recurso Natural Suelo en las principales áreas de producción lechera del Uruguay- INIA\_DSA-RENARE-ANPL CONYCT- IT- PDT
- Impacto del déficit de agua en la producción agropecuaria. RENARE- DSA-GRAS-INIA.



# El agua y el ciclo hidrológico

Ing. Agr. José Terra (Ph.D.) - INIA

**E**l 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 (Fig. 1).

El Ciclo Hidrológico (Fig. 2) 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



Fig. 1. Vista desde el espacio del Planeta Tierra. Fuente Google Earth.

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 2.7% 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 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 climático 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 período 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 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 regadío 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 Guarani (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 uruguayo 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



Fig. 2. Representación gráfica del Ciclo del Agua o Ciclo Hidrológico. Fuente USGS.

del medio ambiente es de interés general y que las personas deberán abstenerse de cualquier acto que cause depredación, 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 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 relacionan 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 sucesión de cultivos y la fertilización.

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

## ¿Sabías que...?

...se necesitan entre 2000 y 5000 litros de agua por día para producir los requerimientos diarios de alimento de una persona.

...menos del 3% del agua del planeta es dulce.

# La biodiversidad del suelo

## SU IMPORTANCIA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS

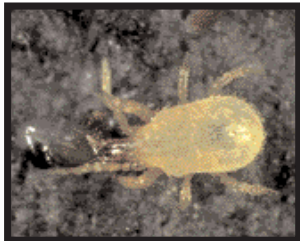
Ing. Agr. Stella Zerbino (M.Sc.) INIA  
 Ing. Agr. Nora Altier (M.Sc., Ph.D.) INIA

**E**l 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.

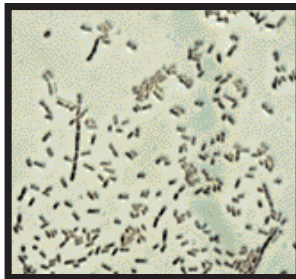
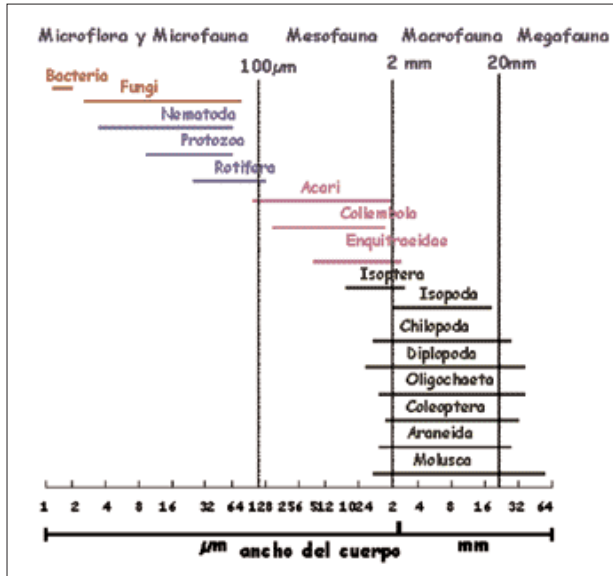
En el suelo se desarrollan organismos que se encuentran en permanente interacción y que contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida en el planeta, son los llamados organismos edáficos, los que en su conjunto mantienen el funcionamiento sustentable de los ecosistemas. Por ejemplo, intervienen 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. 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



Ácaro.



Bacterias.

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 varía 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



Bicho bolita.

### 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 des-

### ¿Sabías que...?

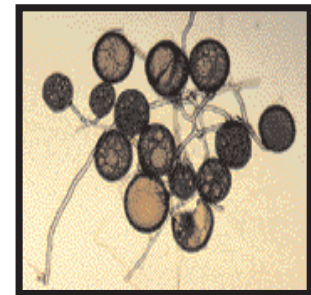
...los organismos que habitan en el suelo contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida en el planeta.

composición. Mediante procesos como el exudado y la liberación de compuestos orgánicos, las raíces son muy importantes para los organismos del suelo.

#### 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 pastoriles generalmente están dominados por bacterias, en tanto los suelos forestados, tienden a tener una alta proporción de hongos.



Micorriza.

#### Bacterias

Son organismos unicelulares de tamaño muy pequeño (aprox. 1 micra), presentes en el suelo en número muy elevado; una cucharada 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 patóge-





Isoca.

nas 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.

### 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 gran-

## 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

des grupos: microfauna, mesofauna y macrofauna, los cuales cumplen diferentes funciones en el ciclo de nutrientes y en la estructura del suelo.

### Microfauna

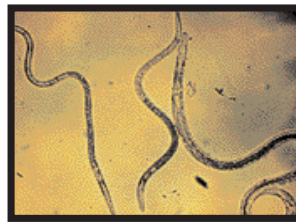
Son los organismos con un ancho de cuerpo menor a 100 micras. Comprende los invertebrados (Protozoa, Nematoda y Rotifera) que viven en el agua libre y películas de agua que recubren las partículas del suelo. El movimiento de estos organismos depende de la textura del suelo, de la disponibilidad de poros y de la distribución del agua. Debido a su pequeño tamaño tienen habilidad limitada para modificar directamente la estructura del suelo y poca ca-



Lombriz.

pacidad 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.

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 mi-



Nemátodo.

croorganismos se pueda reducir o incrementar y, con ello la velocidad de mineralización de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes.

### Mesofauna

Son microartrópodos (ácaros, collembolos, 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 (milpites), 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.



Carábido.

# Cambio climático

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.

<b>Unidad de Cambio Climático</b>
<b>Dirección Nacional de Medio Ambiente</b>
<b>Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente</b>
Galicia 1133, Piso 3
Tel.: 917 07 10 int. 4305
Fax 917 07 10 int. 4321
e-mail: lsantos@cambioclimatico.gub.uy
www.cambioclimatico.gub.uy

**D**esde 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".

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 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 nítrico (N<sub>2</sub>O), el ozono (O<sub>3</sub>). Todos ellos se encuentran en escasas o mínimas proporciones en la atmósfera

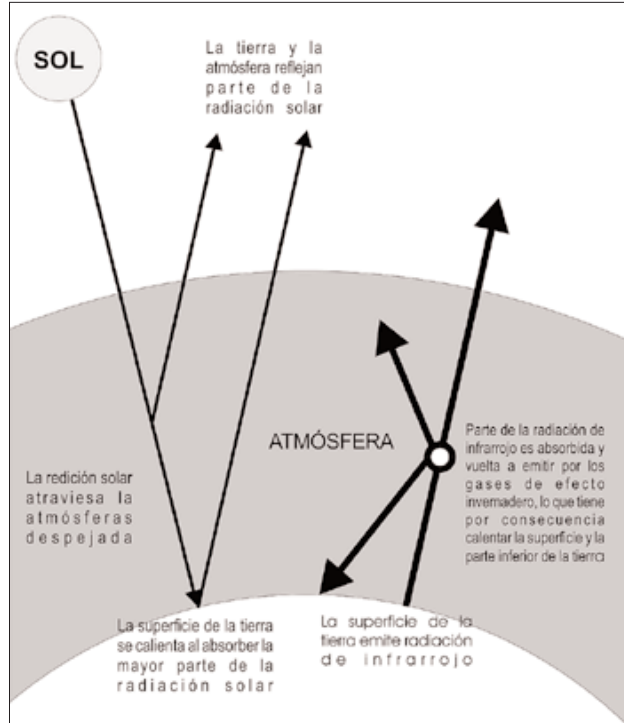


Diagrama del efecto invernadero



El Sistema Climático (Fuente: IPCC 1995)

## 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

## Intensificación del efecto

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

das 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

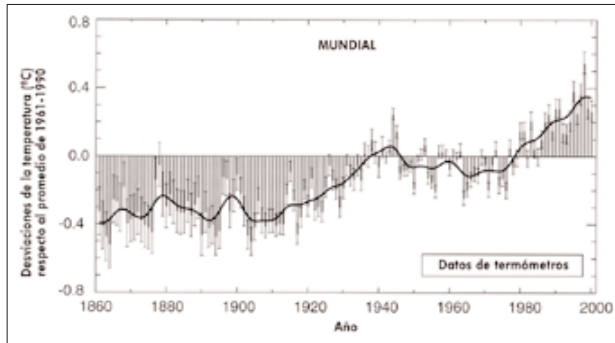
invernadero.

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.

Los óxidos nítricos (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 inves-



Variación de T. global.

**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)**

tigaciones, 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 la Conferencia de 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.

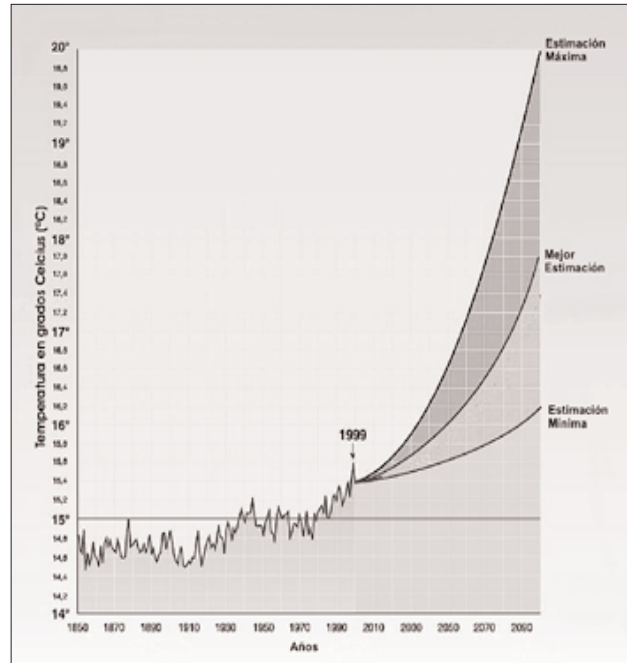
La elaboración de las Comunicaciones Nacionales es uno de los principales compromisos asumidos por nuestro país en cumplimiento de la Convención. A través de las mismas se comunica a la Conferencia de las Partes los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, los programas de medidas generales para la mitigación y la adaptación al cambio climático así como toda otra información re-

levante 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,

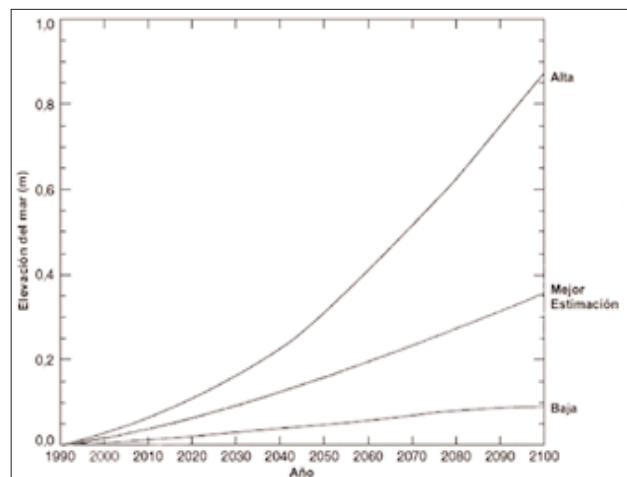
siendo el tercer país en desarrollo en presentarla. La Segunda Comunicación Nacional de Uruguay, fue presentada en el año 2004, siendo el primer país en desarrollo en hacerlo siguiendo las nuevas directrices aprobadas en noviembre de 2002 por la Conferencia de las Partes.

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



Aumento de temperatura.

**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)**



Aumento del nivel del mar.

**Aumento previsto del nivel medio del mar, 1990 - 2100, correspondiente a una política de emisiones similar a la presente (Fuente: IPCC 2001)**

# El cultivo en Uruguay

## URUGUAY EXPORTADOR DE ARROZ

El cultivo de arroz es una actividad económica y social que alimenta y ofrece trabajo a cientos de miles de personas en el mundo. Más del 40% de la población mundial depende del arroz para cubrir el 80% de su dieta. Por su parte, el Uruguay, debido a sus características climáticas y geográficas puede desarrollar la producción de arroz como una de las actividades primordiales de su sistema de producción agroindustrial.



**U**ruguy es el principal exportador de arroz de América Latina y se ha ubicado en el séptimo lugar entre los exportadores mundiales. En la actualidad, más del 90% de la producción de arroz de nuestro país es destinada a la exportación, siendo el principal destino Brasil. Por este concepto se generan ingresos superiores a los 200 millones de dólares anuales.

La existencia de un clima sub-tropical húmedo, de un ritmo de lluvias distribuido durante todo el año y de cursos de agua importantes esparcidos por todo el territorio nacional, posibilitan que el cultivo de arroz en nuestro país sea una de las principales fuentes de producción y de trabajo. La zona del territorio uruguayo que presenta mayor adaptación para el cultivo de arroz es la región este del país, debido a la existencia de planicies y cuencas importantes para su desarrollo. Esta zona está comprendida por los departamentos de Treinta y Tres, Rocha, Lavalleja y el oeste de Cerro Largo. A su vez, en otros departamentos, como Tacuarembó, Rivera y Durazno, existen puntos de producción pero con características diversas y menos favorables.

La producción de arroz efectuada en nuestro país se caracteriza por ser de baja intensidad y por el cultivo de semillas de alta calidad. Se habla de baja intensidad pues el sistema de producción se basa en la rotación del cultivo con pasturas, permitiendo el descanso de los suelos. Por su parte, los investigadores desarrollan continuamente nuevas variedades de arroz que mejoran características como rendimiento, calidad y resistencia a las enfermedades, apuntando a lograr la calidad que requieren actualmente los mercados.

### Aportes de la producción de arroz

El cultivo de arroz ocupa el 1% de la superficie del país y es el quinto rubro de exportación, representando casi el 10 %

### ¿Sabías que...?

...Uruguay es el mayor exportador de arroz de América Latina.

...una vez cosechado el arroz se muele, para separar la cáscara del grano.

de las exportaciones totales del Uruguay, generando 10 mil puestos de trabajo directa o indirectamente.

La industria molinera se ha instalado en las zonas productivas, por lo que se puede afirmar que el sector cumple una acción descentralizadora, que se verifica en los datos de censos nacionales, en donde surge claramente cómo se revierte la tendencia de la migración rural al analizar las zonas en las que se cultiva arroz.

Así, se puede afirmar que el cultivo de arroz es un cultivo colonizador por excelencia, y donde existe se visualiza una constante preocupación por realizar y mejorar caminos de penetración en zonas de difícil acceso, incorporar a la producción campos de baja productividad, incrementar notoriamente la electrificación rural y revertir el éxodo de la población rural a la ciudad.

### Proceso de siembra y cultivo de arroz

Luego de sembrar el cultivo se construyen las taipas, cordones de tierra que actúan como estructuras para retener el agua de riego sobre la superficie del suelo. El agua necesaria para el cultivo es extraída desde los ríos, arroyos o lagunas por medio de sistemas de bombeo. En otros casos, el riego se realiza por desnivel conduciendo el agua desde represas ubicadas en zonas más altas que el cultivo.

La mayor demanda de mano de obra

en el cultivo se produce en la siembra y en las etapas inmediatamente posteriores, que corresponden a la iniciación del riego y a la corrección de las imperfecciones que se produjeron en la construcción de taipas. Cuando el grano está maduro se realiza la cosecha, conduciendo el grano inmediatamente a las distintas plantas de recibo para su secado y posterior conservación. Cuando el arroz es cosechado posee una cáscara no comestible que protege el grano y un alto porcentaje de humedad; el grano ingresa de este modo a la planta industrial con humedad y sucio, siendo sometido en esta primera etapa a una pre-limpieza.

Una segunda etapa de industrialización es el proceso de molinado en el que el grano de arroz sufre un paulatino tratamiento de refinamiento. La maquinaria utilizada en esta etapa se basa en rodillos de goma primero y de piedra o acero después, que con su fricción, transforman a los granos de arroz en un producto de apariencia y calidad variada.

El objetivo principal del proceso industrial es quitar la cáscara tratando de preservar al máximo el grano entero. Después de este proceso de molinado se obtiene arroz blanco procesado, también llamado arroz brillante o arroz pulido, de acuerdo a su grado de elaboración. En todos los casos, la cáscara, el afrechillo y el germen han sido eliminados y el grano es clasificado de acuerdo a su tamaño y tipo de elaboración.

### Calidad del arroz uruguayo

Las características naturales propicias para el cultivo de arroz en el Uruguay le confieren a nuestro país una ventaja comparativa respecto a otros países dedicados a este tipo de cultivo. La escasa utilización de herbicidas, fertilizantes e insecticidas permiten sostener y desarrollar sistemas sustentables de producción del arroz, basados en el cuidado del ambiente y la seguridad alimentaria.

A su vez, existen otros factores que posibilitan desarrollar la actividad arrocería de manera favorable y que distinguen a nuestra producción de arroz y su calidad entre las mejores en el mundo, comparables a la de Estados Unidos. Algunos de estos aspectos son el esfuerzo, la perseverancia y la eficiencia de los productores de arroz en adoptar rápidamente la nueva tecnología creada, la permanente reinversión de todo el sector y su interés en disponer y desarrollar un sistema de investigación nacional.

En síntesis, ha sido constante el esfuerzo por mantenerse y acrecentar este nivel de calidad a través de la investigación, de un sistema de certificación de semilla, de mecanismos de apoyo a las variedades de mejor calidad, de la adopción rápida de nuevas variedades y de inversión en infraestructura moderna para la producción y la industrialización.

Material adaptado de "El arroz en el Uruguay", publicación coeditada por Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), Gremial de Molinos Arroceros e Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), 2004



- (1) En Uruguay hasta fines de los años ochenta se sembraba, casi en su totalidad, la semilla de variedad estadounidense Bluebell. Sin embargo, la investigación local ha desarrollado nuevas variedades que obtienen un mayor rendimiento en la producción del arroz. Las variedades que ocupan más área de siembra en la actualidad son: El Paso 144, INIA Tacuarí e INIA Olimar.
- (2) Se puede dividir este proceso de molinado del grano en distintas etapas: arroz cáscara o paddy al cual se le elimina la cáscara dando lugar al arroz cargo o integral. El arroz cargo es de color marrón y contiene afrechillo. La última etapa de industrialización de molinado permite obtener arroz blanco procesado.

# Forestación

La forestación es un rubro que se ha venido desarrollando con gran impulso en nuestro país en los últimos 20 años, aprovechando las excelentes condiciones naturales de Uruguay para la producción de madera.

**L**as zonas de suelos arenosos del norte y profundos del litoral tienen un potencial muy bueno para el desarrollo de los árboles, ubicándose entre las regiones del mundo en las que los árboles alcanzan un mayor crecimiento anual.

Con el impulso de productores individuales y de empresas nacionales y extranjeras que han hecho importantes inversiones se han instalado en nuestro país más de 700 mil hectáreas de plantaciones forestales.

Las principales especies plantadas pertenecen a los géneros Eucaliptos y Pinos, ocupando las primeras el 75% de la superficie forestada del país.

El Eucalipto es un árbol de hoja perenne, originario de Australia; en nuestro país puede alcanzar los 40 metros de altura con diámetros de hasta 50 centímetros. Una vez que es cortado (a los 8 a 10 años de plantado) vuelve a crecer, aunque este rebrote puede destinarse sólo a la producción de leña.

El Pino es originario de Estados Unidos. Es un árbol de hoja perenne, que en Uruguay puede alcanzar hasta 25 metros de altura y un diámetro de 40 centímetros, a los 25 años de implantado. Cuando se corta ya no rebrota.

Las plantaciones se establecen generalmente en forma manual, sobre un terreno previamente laboreado. Los plantadores abren hoyos en el suelo con azadas o palas, depositando en ellos las pequeñas plantas (plantines).

Los plantines se obtienen a partir de la siembra de semillas o por clonación en lugares llamados viveros.

La clonación consiste en sacar yemas o estacas desde "plantas madre", identificadas por sus características superiores de

crecimiento y de adaptación al medio. Es, por lo tanto, una manera de multiplicar el material de plantas que se destacan por su calidad. Las pequeñas plantas permanecen en el vivero el tiempo suficiente hasta que alcanzan las 8 hojas, momento en el que están en condiciones de plantarse en el campo. En el vivero se protege a los pequeños plantines del frío y el sol, se los riega y fertiliza.

Las dos especies principales de Eucaliptos plantadas en el país son: *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*.

El número total de plantas por hectárea varía de 1000 a 1500, según el destino final de la plantación (madera para producir papel o para aserrado).

Una vez instaladas las plantas, se cuidan de hormigas y liebres y se controlan las malezas que podrían competir con su desarrollo.

Al final del turno de plantación (10 años aproximadamente para pulpa y 25 años para aserrado), una vez que los árboles han alcanzado determinada altura y diámetro se realiza la cosecha. Ésta puede hacerse con motosierras o usando cosechadoras automotrices. En este último caso, una sola persona maneja toda la operación desde la cabina de la cosechadora, cortando el árbol, quitándole corteza y ramas y trozándolo en rolos del largo necesario.

Si la cosecha es con motosierra, en general hay un equipo de personas que se encarga de la tarea; mientras algunos cortan árboles, otros se encargan de quitarles las ramas y trozarlos.

Las tareas de campo se realizan bajo estrictas normas de seguridad y con equipamiento adecuado de los operarios, de acuerdo con los reglamentos de trabajo de las diferentes empresas.

Por su parte en las plantaciones forestales

se toman distintas precauciones para evitar los incendios: desde torres elevadas de vigilancia hasta la limpieza de montes para reducir los restos secos.

La madera de Eucaliptos tiene tres destinos: producción de pulpa para la elaboración de pulpa y papel, madera para aserrado (para obtener tablas y otros productos) y madera para producción de energía.

Hay diferencias importantes en el manejo de las plantaciones, según sea el destino de la madera.



	Plantaciones para producir pulpa para papel	Plantaciones para producir madera aserrada	Plantaciones para producir energía
Número de árboles por hectárea (densidad)	1.300	1.000 al inicio 300 al momento de la cosecha	3.000
Trabajos de seguimiento en la plantación	Ninguno	Poda, Raleo	Ninguno
Edad de cosecha	10 años	25 años	8 -10 años

La poda consiste en eliminar ramas a diferentes alturas del tronco y en diferentes etapas del crecimiento del árbol. Si no se cortaran las ramas, su crecimiento provocaría nudos en el fuste que luego aparecerían como defectos en las tablas de madera aserrada.

El raleo es la eliminación de los árboles de peor crecimiento dentro de la plantación. Eso permite a los mejores árboles un mayor crecimiento al tener menor competencia.

Esas diferencias de manejo determinan de peor crecimiento dentro de la plantación. Eso permite a los mejores árboles un mayor crecimiento al tener menor competencia y permitir su crecimiento durante más años.

El pino es un árbol de crecimiento lento que alcanza recién a los 25 años un diámetro adecuado como para su cosecha. Las principales especies plantadas en el país son: *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*. La madera de pinos se destina a aserrado.

La madera producida en nuestro país puede tener varios destinos:

- leña para uso local,
- rollos y chips de madera para exportación,
- ser transformada por la industria para pulpa y papel,
- ser transformada por la industria para madera aserrada.

En estos dos últimos casos, la producción es exportada en su casi totalidad.

El uso de la madera como leña es el más extendido. La madera se usa como combustible para calefacción de casas, para la preparación de comidas o en la industria para el funcionamiento de calderas que permiten generar energía.

El uso industrial de la madera es varia-

do, desde la fabricación de tablas, vigas y tableros hasta juguetes, muebles y casas. Los árboles de mejor tamaño, por diámetro y altura, se destinan a aserrado. Allí se cortan en tablas que sufren posteriormente diferentes transformaciones.

Existe sin embargo, un producto básico que es fabricado a partir de la madera: el papel. Aprovechando uno de los componentes de la madera (la celulosa) se fabrican en nuestro país distintos tipos de papel.

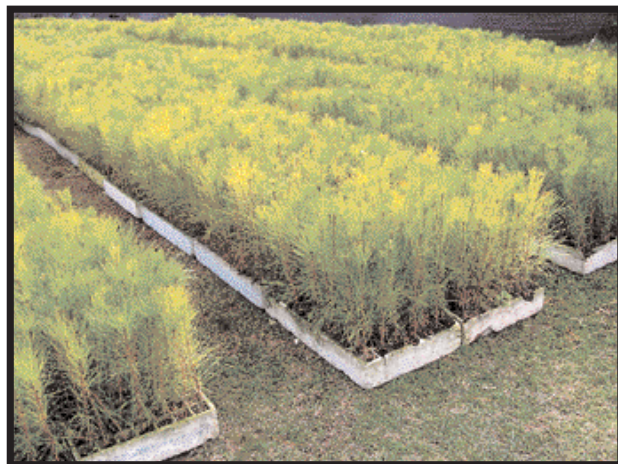
Uruguay ha venido incrementando cada año la venta de madera a diferentes destinos regionales e internacionales (Argentina, Brasil, Chile, EEUU, Finlandia, Japón, etc.). Las exportaciones anuales de madera o productos forestales superan los 140 millones de dólares, más del 5% de las exportaciones totales del país.

Actualmente se ocupan en el sector forestal miles de personas en forma permanente y/o safral, a nivel de la producción o la industria y servicios anexos. Esto confirma a la forestación como uno de los sectores con mayor potencial de crecimiento en nuestro país, en cuanto a capacidad de ocupación de mano de obra y generación de divisas.

## Sabías que...?

...los Eucaliptos se cosechan cuando llegan aproximadamente a los 10 años, en tanto la cosecha de Pinos se da a los 25 años.

...el uso de la madera como leña es el más extendido en nuestro país, aunque el uso industrial ha venido aumentando en los últimos años.



# Frutivicultura y citrus en el Uruguay



## Frutales de hoja caduca

Las frutales llamados de "hoja caduca", reúnen a un conjunto de cultivos que, por lo general se producen en forma conjunta, principalmente en la zona sur del país, en los departamentos de Montevideo y Canelones.

Incluye las especies de frutos con pepita como la manzana, la pera y el membrillo y las especies de frutos con carozo como el durazno y la ciruela, entre otros. La producción la realizan algo más de 1.700 empresas que ocupan alrededor de 8.000 hectáreas.

De esa superficie un 50% se dedica a la producción de manzana y alrededor de un 35% es destinada a duraznos y peras. En

fruta fresca producida. Los manzanos se encuentran presentes en el 56% de los predios, aportan más del 50% del volumen total de fruta.

Históricamente, la producción frutícola ha sido destinada principalmente al mercado interno. Sin embargo, los aumentos de producción registrados en la última década, unidos a la entrada de frutas de otros países, han causado una sobreoferta con la consecuente caída de precios y dificultades de colocación de productos.

Los volúmenes exportados en la última década, si bien han crecido, son aún bajos en relación a la producción total. En el mundo aumenta la oferta de frutas, por lo tanto si Uruguay quiere exportar debe



los productores de menor tamaño predomina el cultivo del duraznero, indicando la existencia de una dedicación más intensiva a este cultivo, que en general requiere inversiones menores al resto. Los durazneros se encuentran presentes en el 79% de las explotaciones y aportan el 22 % de la

satisfacer las demandas de una clientela preocupada por la seguridad alimentaria y con mayores exigencias en cuanto a la calidad. Por tal motivo los productores frutícolas deben lograr mayor grado de competitividad para mantener el mercado y captar precios que le permitan asegurar la

viabilidad económica de su empresa.

Ante esta situación es que el INIA desarrolla tecnologías para incrementar la rentabilidad de los cultivos frutícolas, a fin de acceder en forma competitiva a los mercados consumidores, con frutos de alta calidad, con las premisas de la preser-

en una cifra similar. Esto es explicado por la utilización de nuevas técnicas de producción, así como por la reconversión de gran parte de los viñedos.

La viticultura se concentra en los departamentos de Montevideo y Canelones ocupando más de 8.500 hectáreas, de las



vación del medio ambiente, la salud del productor y la sostenibilidad de los recursos naturales. En función del potencial y de las perspectivas de inserción en los mercados regionales y extra regionales, se han priorizado las investigaciones en frutos tradicionales: duraznero, manzano, ciruelo, peral, vid y no tradicionales como arándanos y olivos.

## Viticultura

La producción de uva en el Uruguay tiene una larga historia asociada a la inmigración, sin embargo los avances más importantes han ocurrido en las últimas décadas. Desde 1980 al 2000 la superficie dedicada al cultivo disminuyó un 40%, mientras que la producción se incrementó

cuales sólo 200 hás. se cultivan con uva de mesa.

Las vides se conducen en espaldera tradicional y en el moderno sistema en Lira. Este cultivo requiere un uso intensivo de mano de obra.

Gran parte de la producción tiene como destino la elaboración de vinos, existiendo alrededor de 300 bodegas que producen más de 90 millones de litros de vino por año. El principal vino es el Tannat. El grado de especialización y desarrollo de esta variedad le permite al Uruguay ser considerado como "el país del Tannat". No obstante la diversidad de vinos es mucha y se producen otras variedades internacionalmente reconocidas como Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, etc,



# Hortalizas y sistemas productivos en Uruguay

## Citricultura

La superficie dedicada a los cítricos en Uruguay es de aproximadamente 22.000 hectáreas, las que se distribuyen en algo más de 700 establecimientos que los cultivan.

La producción anual es de 300.000 toneladas, de las cuales se exportan 120.000; el resto se destina al consumo interno y al procesamiento: jugos concentrados, pellets para ración de animales, etc.

Existen dos grandes zonas en las que se concentra la producción: el litoral norte (norte de Río Negro, Paysandú y Salto) en donde se producen principalmente naranjas y mandarinas, y la zona sur (faja costera del departamento de San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Colonia) en la que la producción predominante es la de limón.

El total de la superficie plantada se distribuye aproximadamente en: naranjas (Valencia y Navel de ombligo) 44%, mandarinas (Satsuma, Ellendale y Clementinas) 44%, limones 10% y pomelos 2%.

Los cítricos brindan un importante aporte al organismo en agua, fibra y vitamina C, la que actúa en el organismo como antioxidante. El consumo de cítricos contribuye además a la prevención de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.

Por su contribución a la salud es recomendable consumir diariamente frutos cítricos, ya que son las fuentes con mayor concentración de vitamina C, la que no se almacena en el organismo. Es bueno ingerir cítricos cuando se consumen lentejas, porotos u otras hortalizas ricas en hierro, ya que la vitamina C que ellos contienen facilita y mejora la absorción de este mineral, fundamental para la prevención de anemias nutricionales.

La citricultura es una actividad con alta intensidad en el uso de mano de obra, con importante concentración de esos requerimientos entre los meses de mayo y noviembre. Se estima que alrededor de 10.000 personas están vinculadas al sector, incluyendo personal de campo, de plantas de empaque, procesamiento y servicios vinculados. La fruta cítrica se encuentra disponible para el consumo durante la mayor parte del año. Desde fines de febrero se pueden comprar mandarinas Satsumas, luego Clementinas, siendo la Ellendale la última en cosecharse (sobre el mes de julio). Mientras tanto existen naranjas de verano y, por supuesto, limones que están presentes durante todo el año.

## ¿Sabías que...?

...en el Uruguay:  
 Un árbol de manzana en promedio produce 33 kilos de fruta  
 Un árbol de duraznero en promedio produce 12 kilos de fruta  
 Un árbol de naranja en promedio produce 56 kilos de fruta  
 Una planta de uva para vinificar en promedio produce 5,5 kilos de uva.

Ing. Agr. Francisco Vilaró (Ph.D.) INIA

Los productos de la huerta son esenciales para una alimentación sana y equilibrada. Además de suministrar energía, aportan al cuerpo constituyentes esenciales como proteínas, vitaminas y minerales. Recientemente se ha demostrado que contienen además algunos otros compuestos que ayudan a reducir enfermedades y mejoran la expectativa y calidad de vida. Esto ha promovido en muchos países la producción y el consumo de más y mejores hortalizas. En Uruguay se consumen algo más de 100 kg de hortalizas por persona al año, en forma fresca, además de aquellas industrializadas. De ellas la papa es la más importante en volumen, alrededor de un tercio, le siguen boniato, zanahoria, cebolla, zapallo, tomate. Las hortalizas constituyen un numeroso y diverso grupo de cultivos. Los distintos cultivos se han desarrollado para utilizar las diferentes partes de las plantas. Por ejemplo: cultivos de raíz (zanahoria, remolacha, boniato), bulbos (ajo, cebolla) tubérculos (papa), hojas (lechuga, espinaca), tallos (apio, espárrago), flores (coliflor, brócoli), frutos (tomate, morrón, zapallo) y granos (arvejas, poroto, maíz). Algunas hortalizas se usan como fruta (sandía, melón, frutilla).

La mayoría de las hortalizas son de ciclo anual, también se clasifican en estivales (crecen durante el verano) e invernales. De acuerdo a su aptitud para la conservación se deben consumir enseguida de cosechadas (hortalizas de hoja, frutillas, etc) o pueden almacenarse por un período variable (cebolla, papa, zapallo).

En nuestro país unos 7000 establecimientos se dedican a esta producción, abasteciendo casi en su totalidad la demanda de producto fresco, durante todo el año. La mayoría de estos establecimientos son considerados de tipo familiar. Aunque ocupan un área muy pequeña de cultivo (alrededor de 30.000 hectáreas, es decir menos del 0.2% de la superficie de nuestro país) generan un valor significativo, superior a los 100 millones de dólares y emplean alrededor del 10% de los trabajadores agropecuarios. Esto es así porque el tipo de actividad de-



manda mucha dedicación en mano de obra, a diferencia de otras producciones más extensivas.

Algunas de estas explotaciones tienen destino para autoconsumo o subsistencia pero la mayor parte de la producción se comercializa. El principal destino es el abastecimiento del mercado interno en forma fresca. Por lo general los establecimientos se ubican cerca de los principales centros poblados para reducir costos de transporte. Por esa razón, la mayor concentración en el país es en un radio de 50 km desde Montevideo (alrededor de 2/3 de los establecimientos). Por lo común los cultivos más perecibles se radican más cerca, siendo a su vez los más demandados en mano de obra e insumos (fertilizantes, agroquímicos) y por lo tanto se denominan intensivos. Muchos de estos cultivos requieren además un complemento de agua bajo forma de riego a lo largo del ciclo. La época de siembra de los distintos cultivos se realiza de acuerdo a su adaptación a la temperatura predominante en cada época (estivales, invernales).

Para abastecer el mercado a lo largo del año se radican cultivos en zonas con alguna ventaja climática o de suelos. Por ejemplo, en el norte, la mayor temperatura permite adelantar la cosecha en prácticamente un mes. En el caso de la sandía, su ubicación en el norte del país (Rivera), responde al tipo de suelo favorable (arenosos, ácidos) y la posibilidad de acceder temprano al mer-

## ¿Sabías que...?

...cada habitante del Uruguay consume algo más de 100 kg de hortalizas frescas al año.

cado por la mayor temperatura relativa en esa zona. Por último, en el este (Rocha) se ubican algunos cultivos como la papa, durante el verano, tomando ventaja de temperaturas relativamente más frescas en esa época.

Un sistema especializado de producción consiste en utilizar construcciones cubiertas de plástico (invernaderos), que mediante su protección permiten producir cultivos estivales como tomate y morrón, durante el invierno, manteniendo abastecido el consumo. En otros casos, esta cobertura se usa para reducir el efecto de las lluvias o reducir la temperatura, durante el verano (cultivos de hoja).

Los cultivos hortícolas se plantan en diversos sistemas de producción siendo exigentes en fertilidad y profundidad del suelo. Por lo general se rotan con otros cultivos para mejorar la eficiencia del proceso; incluso se pueden rotar con pasturas para producción animal, con mutuo beneficio para ambas producciones. Esto es más común en cultivos de tipo más extensivo (papa, zapallo, boniato, zanahoria, cebolla). Actualmente se están promoviendo prácticas de cultivo que reduzcan el impacto ambiental: rotaciones, laboreo reducido, uso de abonos verdes, variedades más tolerantes a enfermedades. Con esto se intenta reducir el uso de agroquímicos y minimizar riesgos para el productor. También se han realizado importantes avances en calidad de los distintos productos hortícolas, por cambios en prácticas de cultivo, cosecha y poscosecha y variedades especializadas para los distintos destinos. Los sistemas de producción están, cada vez más, orientados a dar garantías al consumidor a través del desarrollo de esquemas de contralor o certificación. Ejemplos de ello son los Programas de Producción Integrada u Orgánica, que procuran una producción sustentable y cuidadosa del ambiente, aspectos cada vez más demandados por los mercados, y que pueden constituir un valor agregado adicional.



# Ganadería en el Uruguay

Uruguay tiene un clima agradable, en cuanto a temperaturas y régimen de lluvias, suelos fértiles y una red hidrográfica, que constituyen un excelente entorno para la cría de ganado.

Ing. Agr. Raúl Gómez Miller - INIA



En el país hay más de 38.000 establecimientos ganaderos, ocupando casi 13 millones de hectáreas de pastoreo, sobre las que se maneja ganado vacuno y ovino.

Sobre este total, apenas 6 mil establecimientos tienen más de 500 hectáreas de superficie, lo que sugiere que la producción ganadera en el país se realiza básicamente en predios de carácter familiar.

En estos establecimientos trabajan casi 100 mil personas.

Se trata en la mayoría de los casos de sistemas de producción mixtos, en los que vacunos y ovinos pastorean juntos en los mismos campos. Actualmente en las zonas de ganadería extensiva de nuestro país existen casi 12 millones de vacunos y 10,5 millones de ovinos.

Al hablar de sistemas ganaderos extensivos nos referimos a aquellos que tienen como base de producción las praderas naturales, con un porcentaje reducido de campos mejorados (menor al 10%).

Estos establecimientos se ubican principalmente en el centro, norte y este del país.

Uruguay es de los países en el mundo que tiene una mayor relación de vacunos y ovinos por habitante, debido a las buenas condiciones que existen para la producción ganadera.

El ganado puede pastorear durante todo el año a la intemperie, a diferencia de lo que sucede en otras regiones del mundo en las que se cría ganado (Europa y América del Norte, por ejemplo) donde debido a las rigurosas condiciones climáticas del invierno, el ganado debe permanecer encerrado bajo techo durante buena parte del año.

A pesar de su reducida superficie Uruguay está entre los principales países exportadores de carne vacuna y lana en el mundo (está entre los 10 principales países exportadores en estos rubros).

Actualmente nuestro país está exportando el 80% de la carne vacuna producida, la que es muy apreciada en el mercado internacional.



## ¿Sabías que...?

...en Uruguay hay casi 4 vacunos por cada habitante

...en Uruguay se producen 40 millones de kilos de lana

Exportamos carne a Brasil, Europa, Estados Unidos, Canadá, Israel y países de Asia y África.

## Producción de carne vacuna

El hecho de ser Uruguay el tercer país en el mundo en cuanto a calidad ambiental (de acuerdo a indicadores realizados por universidades estadounidenses), el que los animales consuman pasturas naturales libremente durante todo el año, y que no consuman proteínas de origen animal, ni hormonas, le da a nuestras carnes características especiales.

Se trata de un producto natural, con bajo contenido de grasa y colesterol y una alta concentración de vitamina E, lo que la hace muy adecuada para una dieta sana y nutritiva.

Uruguay es además uno de los 5 países en el mundo que ha sido declarado libre de "vaca loca", lo que también asegura que la carne uruguaya es sana y que su consumo no ocasiona ningún problema.

La forma en que se realiza la producción contempla criterios de cuidado ambiental y bienestar animal, con un uso cuidadoso de los recursos naturales.

A esto se suma el hecho que desde este año, los animales que nazcan a partir del 1° de setiembre tendrán una identificación individual, que permite su rastreo a lo largo de toda la vida: en que campo ha estado, que tipo de tratamiento sanitario ha tenido, etc. Esta información conformará el sistema nacional de trazabilidad, que permitirá para el caso de la carne vacuna seguir el movimiento de este alimento en las etapas de producción, industrialización y distribución. Este mecanismo servirá para brindar a los consumidores aún mayores garantías



sobre la calidad de nuestras carnes.

Las razas que se manejan en los establecimientos ganaderos provienen en su mayoría de Gran Bretaña. Las principales son Hereford y Aberdeen Angus y tienen muy buena aptitud carnicera.

Los sistemas de producción predominantes en las áreas de ganadería extensiva son los llamados: de cría y ciclo completo.

## ¿Qué es un sistema de cría?

El rodeo de cría es el conjunto de animales que tiene por finalidad producir terneros cada año. Está formado por las hembras adultas del stock (animales de más de 2 años de edad), que recibe el nombre genérico de vacas.

El rodeo de cría es una verdadera "máquina de producir terneros", y es a través de él que se asegura la reposición de animales en el campo, la venta de la producción o el eventual crecimiento del stock.

Los establecimientos criadores normalmente venden los terneros que nacen en el campo cuando han cumplido más de 6 meses de edad. En los establecimientos de ciclo completo, los terneros producidos se retienen en el campo y se los deja hasta que llegan al peso de faena. Esto sucede habitualmente a los 3 años de edad, con un peso superior a los 430 kilos.

Una vez que los terneros machos superan el año de edad se los llama novillos.

De esta forma en los establecimientos que hacen ciclo completo, existen varias categorías de ganado: toros, vacas, terneros, novillos de diversas edades y vaquillonas (hembras de entre 1 y 3 años).

Se llama manejo a las distintas decisiones que toma un productor en su campo, intentando que su ganado pueda tener un alto porcentaje de parición, criar buenos terneros y hacer un engorde eficiente.

Esto comprende varias decisiones: desde definir en que potrero del campo ubicar los distintos lotes de ganado procurando

que tengan una alimentación adecuada en base a sus necesidades, hasta la determinación de tratamientos sanitarios.

Esto lleva a que diariamente se deban estar haciendo distintas operaciones: arreo de lotes, curación de animales enfermos, encierre y clasificación de categorías en los corrales, etc.

## Producción ovina

Como mencionamos, normalmente en los establecimientos ganaderos, además de vacunos también se crían ovinos.

La cría de ovinos tiene una doble finalidad: producción de lana y de carne, por eso a las razas manejadas en el país se les llama de doble propósito.

Las razas de ovinos más importantes en Uruguay son: Corriedale, Ideal y Merino.

La lana producida por nuestro país es reconocida por su homogeneidad, calidad, color y largo de mecha. Se trata principalmente de lanas de finura media, destinadas a la fabricación de tejidos planos, tejidos de punto industriales o artesanales, alfombras, revestimiento de interiores y tapizado de vehículos. Las mejoras introducidas en los últimos años en la cosecha (esquila) de la lana, con su acondicionamiento y embolsado en bolsas plásticas, sin que exista contaminación con otro tipo de fibras, asegura un producto de muy buena calidad.

La industrialización de la lana, se hace en nuestro país con excelente tecnología para el lavado y peinado, que es la forma en la que se exportan la mayoría de nuestras lanas. El total de lana producido en Uruguay es de aproximadamente 40 millones de kilos por año.

Como ya mencionáramos además de lana los ovinos sirven para producir carne.

Es destacable la producción de corderos pesados, animales menores a 1 año de edad con un peso de entre 35 y 45 kilos, cuya carne se destina a la exportación, principalmente a países europeos, en los que el consumo de carne ovina es muy apreciado.



# Los sistemas agropecuarios de producción del litoral oeste

Ing. Agr. Ernesto Restaino (M.Sc.) - INIA

**E**sta nota tiene como objetivo principal describir, de modo general, los sistemas de producción agropecuarios del Litoral Oeste del país. La representación a escala que verán (si aún no han ingresado a nuestro stand) o que han visto, ejemplifica estos sistemas de producción con dos modelos: el lechero, y el agrícola-ganadero.

Pero, veamos...nos gustaría en primer lugar iniciar con una serie de descripciones, que le llevarán a entender mejor los conceptos, y sin duda a ser un buen conocedor de estos "sistemas".

Cuando hablamos del Litoral Oeste del país, hablamos geográficamente de la franja que se extiende a lo largo del Río Uruguay (Oeste del Uruguay, Cuenca del Río Uruguay y Río de la Plata al sur), desde el sur y hasta el norte del país. Esta franja, de unos 50-80 Km. de ancho, incluye los suelos más fértiles del país, conocidos como praderas pardas, tierras negras en el lenguaje más de "entre campo".

¡Sigamos! ¿Qué es un sistema?

El diccionario define "sistema" como: "un conjunto de cosas que, ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a un determinado fin". Entonces, podemos decir que un sistema agropecuario, tiene co-

mo fin, producir ciertos productos: carne, leche, granos, pasturas, etc., ya sea incluyendo a algunos de estos productos como rubro principal o combinando varios en un mismo sistema.

Obviamente, el conjunto de "cosas" que "ordenadamente" se relacionan entre sí para contribuir al fin, son los insumos (capital-dinero, semillas, fertilizantes, animales, trabajo humano, tecnología, etc. etc.) que se combinan y manejan para lograr el fin: Productos Agropecuarios.

Es común que a gran parte de estos sistemas se les identifique como sistemas "intensivos" o "sistemas mixtos de producción". Esto es así porque dadas las características de los suelos donde se realizan (Litoral Oeste), permiten un uso más dinámico de los insumos.

Nuestros campos naturales tienen la capacidad de alimentar a un vacuno adulto, por cada hectárea y cuarto de campo. Una hectárea (10.000 metros cuadrados, 100 metros por 100 metros) equivale más o menos a dos canchas de fútbol profesional (según FIFA, 100 metros por 50 metros, cada cancha). Los modelos intensivos de producción (modelo mixto agrícola-ganadero), pueden duplicar o triplicar el número de animales en la misma superficie (poco más de dos canchas de fútbol). Esto solo es posible con el uso de pasturas sembradas (conocidas como pasturas artificiales) que producen más forraje y de mejor calidad.

En lo que refiere a la agricultura, esta región es responsable por la producción de la mayoría de los cereales (trigo, cebada, avena, maíz, sorgo, etc.) y oleaginosas (soja, girasol, colza, etc.) en el país. El arroz, un importante cultivo para el Uruguay, se concentra en el este del país, donde, otros tipos de suelo, que permiten retener agua en superficie, y son más planos son más apropiados para este cultivo.

La agricultura en el litoral, es dinámica, y tiende a lograr altos rendimientos por área de superficie, normalmente medida en hectáreas (¿se acuerdan cuantos metros cuadrados era una hectárea?). La integración de diversos cultivos, permite a los productores, alternar cultivos de invierno y verano, y pasturas dándole ese carácter dinámico a la producción. Estos modelos, conocidos como sistemas mixtos agrícolas ganaderos, han sido parte de la transformación tecnológica ocurrida en la zona.

alimentación del ganado lechero (verdaderas máquinas de transformar pasturas y granos en leche), representa una de las claves de la actividad. Por esta razón, la planificación de los alimentos para el ganado, el reservar pasturas y granos para ciertas épocas estratégicas del año son tareas muy importantes.

Sin duda los ovinos también tienen su lugar en esta región, tanto en forma integrada a otros rubros, como en producciones casi exclusivas, en predios pequeños, de alta productividad. Estos animales representan una excelente alternativa para pequeños predios, donde la escala es limitada.

¿Cómo venimos? ... ubicamos mejor al "litoral Oeste", tenemos idea de que es un "sistema" y entendimos que es un "sistema intensivo agropecuario".

Sigamos con algunas estadísticas (o cifras de referencia).

La superficie total del Uruguay es de

Recuadro Principales Cereales sembrados en el Litoral	
Cereales de Invierno	Cereales de Verano
Trigo	Soja
Cebada	Maíz
Avena	Girasol
Colza o Canola	Sorgo
Alpiste	

Cultivos de invierno, son aquellos que se siembran durante otoño-invierno y se cosechan en verano; cultivos de verano son aquellos que se siembran normalmente al final del invierno y hasta la primavera (agosto-noviembre) y se cosechan durante el verano-otoño (enero-abril).

La lechería, es uno de los rubros más importante de la región litoral y sur del país. Importante porque concentra su producción en esta región, pero además por su condición social de integrar mano de obra (es decir mucha gente trabajando). Es una actividad muy intensa, donde la

176.215 kilómetros cuadrados. Dispone en su territorio de unas 57.000 explotaciones agropecuarias, ocupando unos 16,5 millones de hectáreas. El Litoral Oeste, ocupa más o menos un cuarto de esa superficie, es decir 4 millones de hectáreas, e integra 25.000 explotaciones dentro de



Área de influencia de INIA La Estanzuela.



Foto aérea Estación Experimental INIA La Estanzuela.

los departamentos de Salto, Paysandú, Río Negro, Soriano, Colonia, San José y Canelones, llegando a parte de Florida, Flores.

INIA La Estanzuela, es la estación experimental de INIA que tiene como cometido principal atender este tipo de sistemas de producción donde se incluyen la agricultura de cereales y oleaginosas, la lechería, la ganadería intensiva (principalmente engorde o invernada), producción de semillas forrajeras, cereales y oleaginosas. Desde 1914 y de la mano de su fundador el Dr. Alberto

te?, ¿o haciendo uso indiscriminado de insumos como fertilizantes, agroquímicos, etc.? Sin duda tendríamos hoy, un país en problemas con su ambiente y recursos naturales.

Por eso, me gustaría contarles sobre algunas herramientas tecnológicas importantes, que el país ha adoptado en mayor o menor medida, y que han sido generados o promovidos por la investigación y la extensión agropecuaria del país.

¡La primera herramienta! Los productores agropecuarios han integrado el concepto de "rotación" agrícola, promovido



Foto aérea del ensayo de rotaciones de INIA La Estanzuela.

Boerger, La Estanzuela ha venido generando y transfiriendo tecnología para los sistemas de producción del litoral. Su área de influencia tiene responsabilidad sobre casi un cuarto (25%) del área del país, y más del 35% de las empresas agropecuarias.

Volvamos a los sistemas de producción, para ir comentando algunos conceptos importantes y viendo como la tecnología generada y adaptada por la investigación ha ayudado a mejorar la productividad, cuidando los recursos naturales y el ambiente.

Dijimos que estos sistemas tienen como objetivo producir altos rendimientos de granos y carne (entre otros productos) por unidad de superficie, es decir campo. ¿Se imaginan cumplir este objetivo sin cuidar los recursos naturales y el ambien-

te por la investigación agropecuaria desde los años 70. "Rotar" quiere decir, alternar en el tiempo en una misma superficie de suelo (por ejemplo un potrero, una hectárea, etc.), distintos cultivos, y pasturas, que permitan que el suelo "trabaje" para los cultivos, dándole sus nutrientes, agua, etc. y luego "descanse" por otro período recuperando sus nutrientes, sus propiedades físicas y químicas, y se prepare para otro período de trabajo.

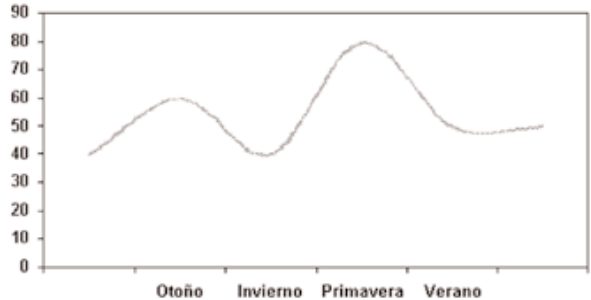
Una "rotación" puede entonces ejemplificarse como una secuencia de cultivos, como por ejemplo: Trigo, Maíz, Cebada, Pasturas (que ocupan el suelo 3-4 años).

Este concepto, adoptado por la mayoría de los productores, ha permitido "conservar" el recurso suelo aumentando la diversificación productiva, y logrando crecimientos productivos. Un gran ejemplo



Restricción de pasturas en forma extratrayectoria: el alambre eléctrico.

## Producción de Pasturas Naturales



de esto puede observarse en INIA La Estanzuela, donde ha sido instalado y aún sigue vigente un ensayo de largo plazo de "Rotaciones", tiene 43 años y compara lo que ha pasado durante todo este tiempo con el suelo y sus propiedades en 7 sistemas agrícolas de producción. Dos de esos 7 sistemas, los más extremos son: una rotación continua de cultivos sin fertilizante, versus su opuesto donde se realiza una rotación de cultivos y pasturas con fertilización estratégica, con ocupación de cultivos en un 50% del tiempo.

¡La Siembra Directa! ¿Qué es esto? La siembra directa, puede definirse como la siembra de cultivos o pasturas, con un

con herramientas y tractores unas 3-4 veces hasta sembrar. La Siembra Directa permite bajar esto a 2-3 pasadas. Hoy, casi un 40% del área agrícola del país se realiza bajo esta práctica.

Y... ¿para los animales que? ¿Se destaca alguna herramienta que nos ha permitido trabajar mejor en los sistemas "intensivos"? ¡Sin duda, una muy práctica! El alambrado eléctrico o hilo eléctrico es una barrera física, muy económica, fácil de instalar y mover, que permite que los animales coman en pequeñas parcelas, donde deseamos y hagan un uso de las pasturas muy eficiente.

¿Algo más? ¡Claro!! Las reservas de



La suplementación con silo al pie de un alambrado.

trabajo mínimo o inexistente del suelo. ¿Todos sabemos que para sembrar algo, debemos "trabajar" la tierra, verdad? Eso implica usar herramientas (arados, excéntricas, rastras) que mueven el suelo y lo preparan para que las semillas puedan colocarse en buen contacto y nacer.

La siembra directa, se basa en la reducción del laboreo, moviendo o preparando el lugar donde la semilla será colocada. Obviamente, al mover poco el suelo minimizamos la erosión y el trabajo es menos agresivo, permitiendo al suelo mantener sus propiedades físicas (sus poros, su estructura, etc.).

La Siembra Directa ha permitido también bajar costos de trabajo (combustible, entre otros). Para preparar un suelo en forma convencional deberíamos pasar

forrajes en forma de silos o bolsas!

Veamos esto con algún ejemplo doméstico. Supongan que tenemos una gran comida en casa. Preparamos para nuestros invitados mucha comida, pero por alguna razón asisten a casa, la mitad. Entonces nos sobran alimentos. ¿Qué hacen?... usan la heladera y la "conservan" para días siguientes. ¿Es verdad o no? Bueno, veamos qué pasa en Uruguay con nuestras pasturas. Vean la gráfica adjunta, básicamente en primavera se produce mucho forraje, dado el clima y las temperaturas. El verano y otoño son similares en productividad, pero menores a la primavera. En invierno, sin duda falta alimento.

Pero a los animales no podemos sacarlos en invierno y volverlos a poner en



La sustentabilidad: un compromiso que implica conservar los recursos para las futuras generaciones

primavera o verano. El "sistema" sería muy inestable.

Entonces, lo que se hace es reservar algunos alimentos que sobran en algunas épocas en forma de ensilajes, fardos, henilajes, o bolsas de granos húmedos, para usarlas cuando falta alimento. ¡Eso es como el ejemplo de los invitados! En lugar de usar heladeras, lo que hacemos es conservar alimentos secos (fardos) o por acidez (silos, bolsas). De esta forma los animales pueden usar las pasturas en invierno, donde en general no son suficientes y comer algo en forma de suplementos.

Estos elementos tecnológicos entre otros, han aportado a la filosofía de "sustentabilidad". Este gran concepto, es de marcada importancia sobre todo en estos sistemas más dinámicos, como los que comentamos, pero no menores en todo sistema.

"Sustentabilidad" puede definirse como la capacidad de mantener la productividad de algo en el tiempo, en el largo plazo. Es decir, hoy debemos pensar que la tierra que trabajamos, debe ser útil y productiva para sus hijos y nietos. ... y lo mismo deberían pensar sus nietos y así sucesivamente.

Eso implica, mantener entonces los

recursos y el ambiente, como un tesoro para las futuras generaciones, de forma de que ellos también puedan producir, alimentar y vivir.

La sustentabilidad implica el uso de conceptos y prácticas tecnológicas, en las cuales la investigación agropecuaria y el INIA han hecho y siguen haciendo mucho: la creación y uso de variedades (trigos, cebadas, etc.) resistentes a enfermedades minimizando el posible uso de agroquímicos, el reconocimiento de plagas y enemigos naturales permitiendo hacer un control "integrado" de plagas, y nuevamente usar químicos cuando realmente es necesario. Lo mismo pasa con las malezas.

Es decir, con aquellas plantas que no deseamos en un cultivo. Para esto también se promueve un control integrado, donde algunos cultivos realizan de por sí una buena competencia y control de alguna maleza para un siguiente cultivo.

Bueno, creo... ya son expertos en algunos conceptos tecnológicos, la sustentabilidad, y algunas cosas más, que hacen a esta región Litoral. Espero disfruten del Prado y que cuando viajen por las rutas del país puedan identificar y observar algunas de las cosas que charlamos en esta nota.

## Algunos números de la producción agropecuaria del país

Extraído de Anuario Estadístico Agropecuario 2005. DIEA, MGAP.

Principal fuente de ingresos	N° establecimientos
Ganadería de carne y lana	32.342
Lechería	6.037
Agricultura de secano	1.087
Vid	1.106
Frutales de hoja caduca	948
Horticultura	5.263
Otros	5328

	Cantidad de productos lácteos (en millones de litros equivalente) año 2004	
	Mercado interno	Mercado externo
Grasa	9,6	20,6
Quesos	101	259
Leche en polvo	27,7	324
leches fluidas	240	83
Varios	30	0,2

Ganadería vacuna y lanar:	
<b>Existencias</b>	
Vacunos	12 millones
Ovinos	10,9 millones
<b>Faena (2005)</b>	
Vacunos	2,4 millones
Ovinos	1,1 millones
<b>Peso promedio de faena</b>	
Vacunos	486 kgs
Ovinos	38,3 kgs
<b>Producción de carne</b>	
Vacunos	1.072 mil toneladas
Ovinos	81 mil toneladas
<b>Producción de lana</b>	
36,7 millones de kgs (base sucia)	

Cultivos		
Cultivo	Area sembrada (miles has)	Rendimiento (kg/ha)
Trigo	179,3	2.970
Cebada	136,6	2.976
Maíz	60,6	4.141
Girasol	118	1.276
Sorgo	19	4.450
Arroz	184	6.600
Soja	278	1.720

Frutales		
	Miles de plantas en producción	Producción (toneladas)
Manzana	2.322	77.342
Pera	523	19.164
Durazno	1.212	14.799
Ciruela	309	3.437
Citrus	5.431	282.557



Lechería	
Producción de leche comercial	1.494.000 lts.
Total de animales lecheros	708.000
Número de tambos	4.600



# Agricultura de precisión

Agricultura de precisión es un concepto agronómico que esta basado en la existencia de variabilidad espacial en el campo, la cual tiene orígenes diversos como edáfica (suelos), topográfica, climática, botánica, etc. lo que finalmente conduce a que el ecosistema que conforma un campo no puede ser considerado una superficie de terreno de características homogéneas.

## ¿Sabías que...?

...la agricultura de precisión permite, a través de algunas herramientas, dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento más apropiado para mejorar su rendimiento, tanto desde el punto de vista económico-productivo como ambiental?

Ing. Agr. José Pedro Castaño - INIA

**P**ara caracterizar y evaluar esta variabilidad es que se utilizan nuevas tecnologías, tales como Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), percepción remota, monitores de rendimiento las que posteriormente son integradas con herramientas de manejo de información georeferenciada (SIG) y finalmente son corregidas con las técnicas de VRA (Aplicaciones de tasa variable).

La información recolectada puede ser usada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar necesidades de fertilizantes y otras entradas necesarias, relevar enfermedades y predecir con más exactitud la producción de los cultivos. El concepto de agricultura de precisión usualmente se considera como relativo a la agricultura sostenible. Esta pretende evitar la aplicación de las mismas prácticas a un cultivo, sin tener en cuenta las condiciones locales de suelo y clima.

La agricultura de precisión puede ser usada para mejorar un campo o administrar un cultivo desde diferentes perspectivas:

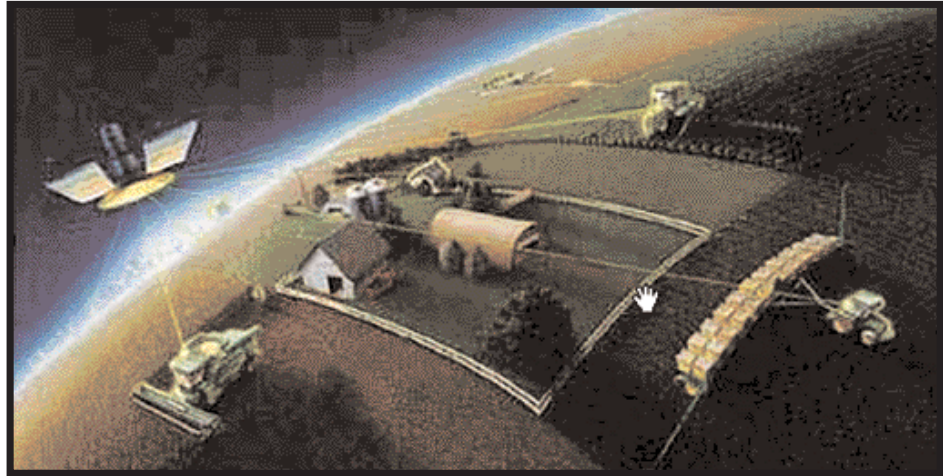
- Perspectiva agronómica: ajuste de prácticas culturales para tomar en cuenta las necesidades reales del cultivo (ej. mejores manejos de la fertilización)
- Perspectiva ambiental: reducción de impactos de las prácticas agrícolas (ej. mejor estimación de necesidades en nitrógeno implica menos nitrógeno liberado al ambiente)
- Perspectiva económica: incremento en el producto de salida o reducción de insumos, incremento de la eficiencia (ej. bajos costos de fertilización con nitrógeno)

Otros beneficios para el agricultor son tener una historia de sus prácticas agrícolas y sus resultados, ayudarlo en la toma de decisiones y en el seguimiento de exigencias (como las que se requieren cada vez más en los países desarrollados).

## Tecnologías y herramientas utilizadas en la agricultura de precisión

### Sistema de Posicionamiento Global GPS

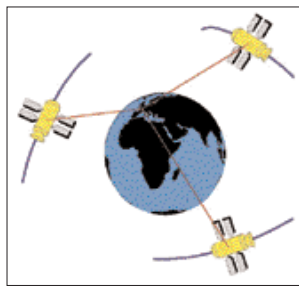
El Sistema de Posicionamiento Global o GPS (Global Positioning System) es Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite (GNSS) el cual permite determinar en todo el mundo la posición de una



persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros usando GPS diferencial, aunque lo habitual son unos pocos metros. El sistema fue desarrollado e instalado, y actualmente es operado, por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites que se encuentran orbitando alrededor de la tierra y transmiten información de su posición orbital y de tiempo. Los receptores GPS situados en Tierra interpretan las señales de al menos 3 satélites para calcular la posición actual mediante triangulación. La triangulación requiere del uso de lecturas de tiempo, localización y órbita de cada satélite para matemáticamente determinar la posición relativa, con lo que el receptor GPS puede determinar una posición 3-D exacta (latitud, longitud y altitud).

Figura 1. Localización de un punto en la Tierra por medio de GPS (triangulación)



La precisión intrínseca del sistema GPS depende del número de satélites visi-

bles en un momento y posición determinados. Sin aplicar ningún tipo de corrección y con ocho satélites a la vista, la precisión es de 6 a 15 metros; pero puede obtenerse más precisión usando sistemas de corrección, lo que se denomina GPS Diferencial (DGPS) con la que se llega a precisiones del orden de centímetros.

La Agricultura de precisión en general necesita medidas muy fieles y sólo admitiría errores del orden de un metro, llegándose en ocasiones a necesitar valores de error cercanos a un centímetro, para distancias, y un error inferior a 0.16 kph, para velocidades, por lo que generalmente se requiere la utilización de DGPS. Es necesaria la precisión porque sin ella los mapas de cosechas y las demás clases de mapas se presentarían como inexactos. La inexactitud en el proceso de construcción de los mapas conduce a que la información en los Sistemas de Información Geográfica no sea confiable y por lo tanto no se pueden aplicar las técnicas VRA (Aplicadores de tasa variable).

### Percepción remota (PR) o Teledetección

En general, se puede definir como un grupo de técnicas para recolectar información sobre un objeto o área sin tener que estar en contacto físico con el mismo. Las distancias que separan al sensor del objeto o área estudiados pueden variar desde unos pocos metros hasta miles de kilómetros. Los métodos más comunes para recoger información incluyen el uso de sensores colocados en aviones o satélites. Un ejemplo familiar de datos percibidos remotamente es el mapa del tiempo que se ve comúnmente en el noticiero de

la televisión en el que se muestra la cobertura de nubes a través del país.

Así, las técnicas de percepción remota son usadas ampliamente para recolectar información sobre fracciones de la superficie terrestre. Los datos percibidos remotamente tienen muchos usos que van desde la vigilancia militar, la planificación del uso de la tierra urbana y rural hasta el estudio del suelo agrícola y los cultivos. Se utilizan varios tipos diferentes de sensores, tanto para fotografía aérea como para imágenes satelitales. La PR puede ser una alternativa interesante a los métodos tradicionales de estudio del campo, por la capacidad de cubrir grandes áreas de manera rápida y repetida. Además, puede ser usado durante toda la estación de crecimiento de los cultivos, incluso cuando el contacto físico directo con ellos es difícil o le causaría daño.

Las imágenes remotas tienen por finalidad grabar las diferencias en la luz reflejada del sol que se producen por diferentes objetos y formas en la superficie de la Tierra. Utilizando sensores remotos y/o cámaras, es posible observar el brillo de los objetos en puntos distintos a lo largo del espectro visible y la luz cercana al infrarrojo (NIR). Se sabe que las plantas reflejan grandes cantidades de luz cercana al infrarrojo, así como también reflejan la luz verde, mientras que absorben la luz roja y azul. De este modo, se analizan las respuestas espectrales en varios intervalos de longitud de onda del espectro (bandas), tales como el azul, verde, rojo y NIR; también combinando distintas bandas se pueden calcular por ejemplo los Índices de vegetación (NDVI) que son indicadores del estado de la vegetación para una zona determinada.

Figura 2. Índice Verde de chacras de cultivos A) Trigo; B) y C) Maíz regado con pivót central (azul: mejor estado, rojo: peor estado)

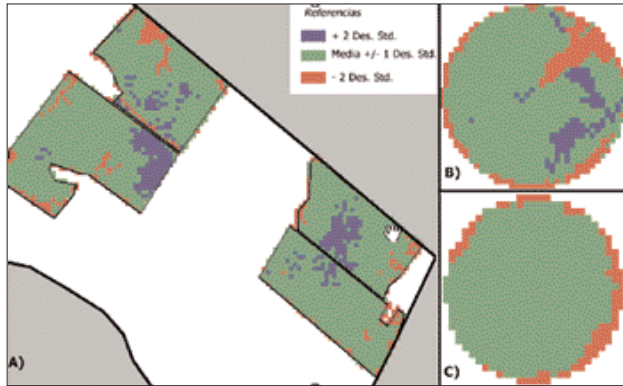


Figura 3. INIA - La Estanzuela imagen capturada por el sensor ETM+ a bordo del satélite Landsat 7



**Monitores de rendimiento**

Los monitores de rendimiento se integran a las cosechadoras permitiendo medir la superficie y la variación de los rendimientos de los cultivos dentro del área (potrero) cosechada. Para poder calcular el rendimiento debe poseer una serie de sensores que van instalados en la cosechadora y su objetivo es medir y grabar el rendimiento y la humedad del grano a medida que se cosecha el cultivo. Si a su vez se le adiciona un GPS podemos obtener los datos de rendimiento geoposicionados o lo que llamamos mapa de rendimiento, estos mapas reflejan la variabilidad espacial de rendimiento en los potreros.

**Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Un SIG se puede definir como es un sistema integrado compuesto por hardware, software, personal, información espacial y procedimientos computarizados que permite y facilita la recolección, el análisis, la gestión o la representación de datos espaciales. Los SIG se organizan en capas temáticas, lo que permite integrar la información generada utilizando las herramientas descritas anteriormente como GPS, teledetección, monitores de rendimiento y de otros orígenes, y con la misma, realizar análisis multicriterio complejos de acuerdo a las distintas necesidades (ej. Mapas de tratamiento). Los SIG también permiten anexar bases de datos georeferenciadas, como por ejemplo historiales

de potreros (carga animal, especies sembradas, rendimiento, tratamientos con plaguicidas, etc.). Finalmente, el productor al tener toda la información ordenada y sistematizada obtiene una herramienta que le permite mejorar la toma de decisiones para el manejo de su establecimiento.

**Técnicas VRA (Aplicaciones de tasa variable)**

Las técnicas VRA (Variable Rate Application) o aplicaciones de tasa variable, son en esencia el punto final de la Agricultura de Precisión y tienen como objetivo utilizar insumos (semillas, fertilizante, pesticidas, agua, etc.) de manera racional. Se parte del análisis de la información, datos previamente recolectados del campo y procesados por los SIG. Luego, se continúa con la elaboración del mapa de tratamiento que determina para cada punto del potrero la cantidad de insumo a utilizar. En esencia todas las VRA funcionan de manera similar. El mapa de tratamiento se almacena en una smartcard (tarjeta de memoria del tamaño de una de crédito) o en un disquete y se inserta en el equipo del tractor. El equipo de a bordo emplea DGPS para el posicionamiento y accede al mapa de tratamiento almacenado. La computadora de a bordo compara ambas informaciones, establece cuál es el nivel de aplicación o acción que tiene que realizarse en ese punto concreto de la chacra y envía las señales apropiadas al sistema de control de la maquinaria (sembradora, abonadora, fumigadora, etc.).

Figura 4. Cosechadora de granos con monitor de rendimiento

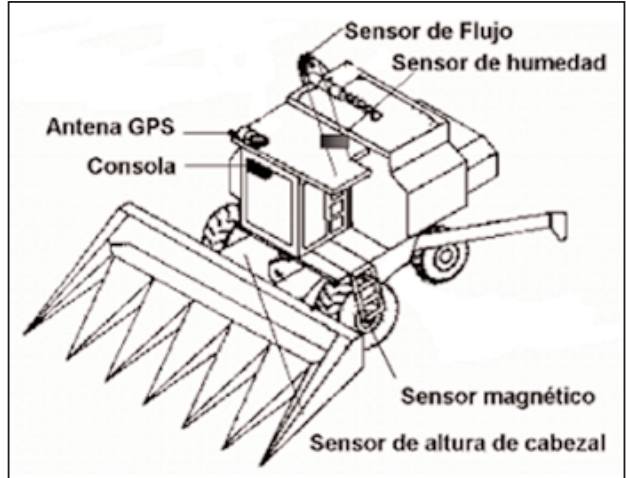


Figura 5. Mapa de rendimiento de una chacra de cultivo (desde rojo menores rend. hasta azul mayores).

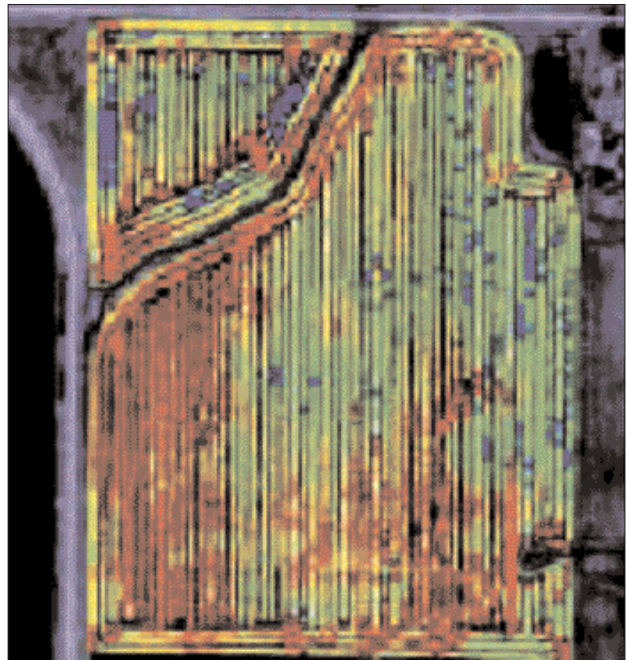
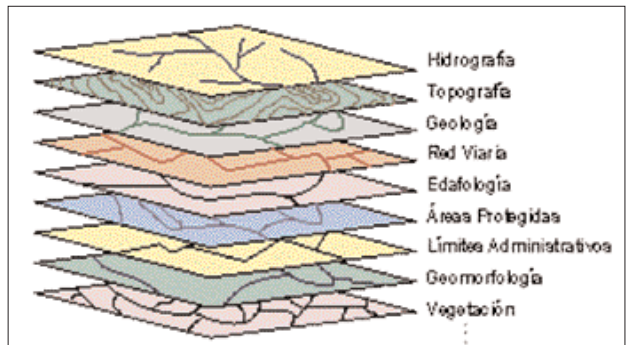
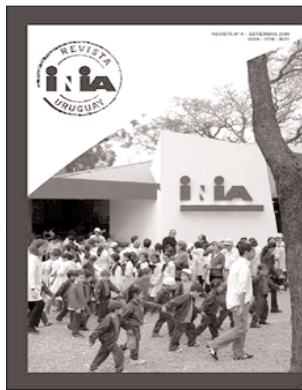
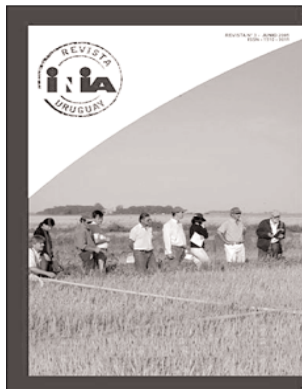
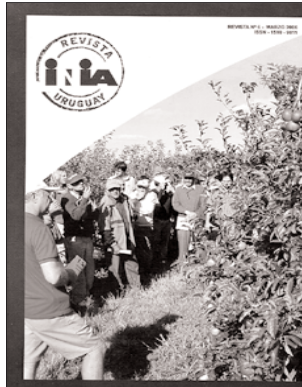


Figura 6. Ejemplo de SIG





## Formulario de Registro

Nombre: \_\_\_\_\_ Apellido: \_\_\_\_\_

Fecha de Nacimiento: \_\_\_\_\_ Cédula de identidad: \_\_\_\_\_

E-mail personal: \_\_\_\_\_ Otro e-mail alternativo: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Código postal: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

Empresa o Institución: \_\_\_\_\_ Su cargo en ella: \_\_\_\_\_

Cuál es su ocupación principal:

- Profesional Universitario   
  Productor   
  Técnico Agropecuario   
  Docente  
 Investigador   
  Estudiante   
  Periodista   
  Empleado

Otro: \_\_\_\_\_

Si es Profesional Universitario, indique su título: \_\_\_\_\_

Si es docente, indique su especialización:  Primaria     Secundaria     Terciaria

Indiquenos los temas de su interés:

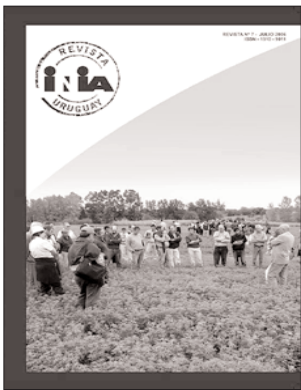
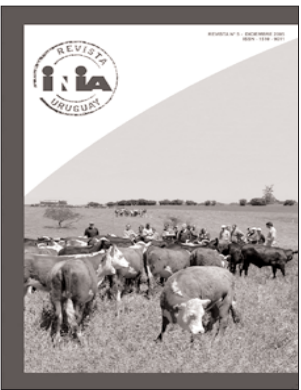
- Agricultura Orgánica   
  Animales de Granja   
  Apicultura   
  Arroz   
  Biotecnología  
 Bovinos para Carne   
  Bovinos para Leche   
  Cultivos de Invierno   
  Cultivos de verano  
 Citricultura   
  Clima   
  Economía   
  Evaluación de Cultivares  
 Forestal   
  Fruticultura   
  Horticultura   
  Ovinos y Caprinos  
 Plantas Forrajeras   
  Producción Familiar

Otro (especifique): \_\_\_\_\_

Agradecemos nos brinde sus datos personales para mantener actualizada nuestra base de datos y así seguir informándolo sobre los temas de su interés a través de: nuestra Revista INIA, invitaciones a jornadas, boletín electrónico de actualizaciones de la página Web, etc.

Envíe este formulario a INIA-Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología  
Andes 1365 Piso 12 - CP 11100  
Montevideo

Gracias!!!





INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA



## Nuestra misión

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.

## Nuestra visión

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.

# 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.

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"	Ruta a la Represa, Salto	073 35156/32300/28064	FAX: 073 29624
INIA "Dirección Nacional"	Andes 1365 P. 12, Montevideo	02 9020550	FAX: 02 9023633