

## PRESERVAR LA CALIDAD Y SALUD DE LOS SUELOS: UNA OPORTUNIDAD PARA LA ARGENTINA

### Introducción

En los últimos años se ha registrado un proceso de intensificación y expansión agrícola en función de las nuevas tecnologías, del precio sostenido de los cereales y oleaginosas y del “desplazamiento” de las isohietas hacia el oeste, determinando la irrupción de la agricultura en vastos sectores de la región semiárida. Sin embargo, en la última década, se viene observando una lenta “retracción” de las isohietas hacia el este, aumentando el riesgo productivo y ambiental en el semiárido (Ciomta, 2005).

Un relevamiento realizado a principios de la década del 90, muestra que un 20 por ciento del territorio nacional está afectado por procesos de erosión hídrica y eólica, lo cual representa unas 60 millones de hectáreas. A su vez, las regiones áridas y semiáridas del país, que cubren el 75 por ciento de la Argentina, poseen ecosistemas frágiles proclives a la desertificación. Estas regiones, que abarcan el oeste y sur de nuestro territorio, poseen un 10 por ciento de su superficie con un grado de desertificación muy grave y 60 por ciento con un grado de moderado a grave, causada por el pastoreo excesivo y sobreuso de los recursos naturales (Casas, 2000).

Un análisis de la evolución de la calidad de los suelos de la región pampeana, desde comienzos de la etapa de colonización hasta nuestros días, indica que la misma estuvo ligada principalmente al contenido de materia orgánica. Los sistemas agrícolas convencionales históricamente han actuado consumiendo el stock de materia orgánica del suelo. Los sistemas mixtos de utilización de la tierra que se extendieron en las décadas del 50 y del 60 lograron recuperar parte de la materia orgánica perdida, hasta que el ciclo de agriculturización iniciado a principios de los 70, provocó un nuevo descenso de la materia orgánica de los suelos e incremento de los procesos de erosión.

Desde principios de la década del 90 se registró un avance sostenido de la producción agrícola nacional, con un crecimiento extraordinario de la superficie destinada al cultivo de soja en la región pampeana y extrapampeana. Esta situación se potenció con la rápida incorporación de la soja transgénica asociada al sistema de siembra directa, que posibilitó su cultivo en áreas marginales y en suelos con limitaciones para la agricultura convencional. A comienzos del período mencionado, el sistema de siembra directa se basaba en la rotación de cultivos de soja, trigo y maíz, lo que aseguraba un buen funcionamiento del mismo. Durante esta etapa que abarcó casi una década (hasta finales de los 90) se produjo un paulatino mejoramiento de la calidad y salud de los suelos pampeanos que producían bajo este esquema u otro similar. El mejoramiento se debió principalmente a la drástica disminución de la tasa de erosión de los suelos, pero también al incremento de los niveles de materia orgánica y fertilidad, asociados al mayor nivel tecnológico empleado. En los últimos años, se registra una tendencia al monocultivo de soja que impacta negativamente sobre la calidad de los suelos y la sustentabilidad del sistema.

Las estadísticas oficiales señalan que mientras que en los últimos 50 años la superficie cultivada pasó de 18 a 28 millones de hectáreas, la producción de granos se incrementó de 20 a 74 millones de toneladas (Cuadro 1). Ello significa un importante aumento de los rendimientos por unidad de superficie pero que aún dista de ser el ideal, subsistiendo una importante brecha productiva. En ese mismo período el consumo de fertilizantes pasó de 50 mil toneladas a 2,5 millones de toneladas, incremento que pese a ser importante, solamente cubre alrededor de un 30 por ciento de los nutrientes extraídos por los cultivos.

**Cuadro 1. Evolución de la superficie cultivada, producción de granos y consumo de fertilizantes en el país, en los últimos 50 años**

PERÍODO	SUPERFICIE CULTIVADA (millones de ha)	PRODUCCIÓN DE GRANOS (millones de tn)	CONSUMO DE FERTILIZANTES (miles de tn)
1955 - 65	18	20	50
1966 - 75	19	25	150
1976 - 85	20	35	250
1986 - 90	19	30	300
1991 - 95	20	40	800
1996 - 00	22	55	1600
2001 - 05	28	74	2500

Fuente: Adaptado de Berardo A.; 2004

La intensificación productiva registrada en la Región Pampeana sin las rotaciones adecuadas ni los niveles de reposición de nutrientes necesarios, determinó la disminución paulatina de la calidad de los suelos, situación que puede observarse en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Evolución de algunos parámetros edáficos en suelos de la Región Pampeana (valores promedios).**

Parámetro	Disminución promedio	Período considerado
Fósforo extractable	1-2 ppm	anual
Materia orgánica	0, 5%	20 años
Calcio intercambiable	50 %	20 años
pH	1 unidad	20 años

Fuente: Conti M.(2004); Michelena R. (1989); Casas R. y Ostinelli M. (2005).

Este “subsidio” que la riqueza natural de los suelos otorga al usuario de la tierra y al estado no es otra cosa que una pérdida paulatina del capital suelo.

Los factores primarios vinculados al manejo que influyen sobre la productividad del suelo son: contenido de materia orgánica, fertilidad, erosión y profundidad del horizonte superficial (Irrutia y Mon, 2000).

Al analizar la distribución de la materia orgánica del suelo en la década del 60', se observa que el contenido medio en el norte de la Provincia de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba variaba entre 4 y 3 por ciento, correspondiendo los valores más altos al sector oriental, disminuyendo hacia el oeste. Un nuevo estudio efectuado por el Instituto de Suelos del INTA en la década del 80' muestra contenidos medios entre el 3,3 y 2 por ciento para los mismos sectores evaluados (Michelena y col, 1989).

Hasta ahora el crecimiento de la producción se logró en base a las nuevas tecnologías, a un creciente nivel de manejo de conocimientos e información por parte de productores y técnicos, y a la capacidad productiva de las tierras. Sin embargo, la calidad natural de nuestros suelos tiene límites, sobrepasados los cuales, la vulnerabilidad de los mismos se vuelve crítica. Si a manera de ejemplo se analiza el consumo anual de nutrientes por los cultivos, se observa que ronda los 4 millones de toneladas, mientras que la reposición es ligeramente superior al millón de toneladas de nutrientes al año (equivalente a unos 2,5 millones de toneladas de fertilizantes). Esta simple ecuación indica un nivel de reposición que varía entre el 25 y 30 por ciento, con un balance negativo que seguramente condicionará las metas productivas a nivel nacional.

Las máximas tasas de extracción de nutrientes se dan en el área núcleo (norte de Buenos Aires, sur de Santa Fe y sudeste de Córdoba) y en el centro y norte de Córdoba. En estos sectores, computando la extracción efectuada anualmente por los cultivos de trigo, soja, maíz y girasol, se extraen en promedio entre 14 y 21 kilogramos de fósforo por hectárea (Fig. 1), 10 a 14 kg/ha de azufre (Fig. 2) y 6 a 8 kg/ha de calcio (Fig.3). La falta de reposición de este nutriente y la elevada extracción de bases por los cultivos está aumentando la susceptibilidad de los suelos a la acidificación (Fig. 4), que alcanza su máxima expresión en el área núcleo pampeana, especialmente en el norte de Buenos Aires (Cruzate y Casas, 2003).

#### Principales efectos de la intensificación, expansión y simplificación de los sistemas

La siembra directa basa su buen funcionamiento en la existencia de una cobertura completa del suelo con rastrojos de cultivos que se mantenga a lo largo del año. Esta situación se consigue principalmente con la inclusión de cultivos de gramíneas en la rotación, tales como trigo, maíz y sorgo que dejan residuos de alta relación carbono/nitrógeno (100 o superior) acompañando a la soja que posee residuos de baja relación (alrededor de 50). Los residuos de gramíneas, ricos en compuestos celulósicos de lenta descomposición, permanecen durante mayor tiempo sobre la superficie del suelo, brindando protección contra la erosión hídrica y eólica.

Este sistema tiende a generar una estructura de tipo laminar o estratiforme debido a la falta de remoción del suelo, dependiendo su mayor o menor desarrollo, de la composición granulométrica del suelo. Aquellos suelos con altos contenidos de limo y arenas finas son estructuralmente más inestables y propensos a estratificarse y compactarse. Cuando el flujo de materiales orgánicos provenientes de los residuos es abundante y equilibrado en su calidad (gramíneas y leguminosas) se establece una actividad biológica superficial por parte de insectos principalmente, que genera un sistema de cavidades, galerías y poros que se va profundizando y entremezclando las fracciones orgánicas con las minerales. Utilizando a la materia orgánica de los residuos de cultivos como "combustible", la acción de insectos y lombrices, más la de los sistemas radicales de las plantas, producen una trama de "bioporos" de vital importancia para generar aireación y fracturar la estructura laminar densificada del suelo.

La intensificación productiva, sin las rotaciones adecuadas ha generado especialmente en los últimos años, procesos degradatorios de suelos con disminución de su calidad. El cultivo de soja aporta un rastrojo rico en nitrógeno, que se descompone rápidamente, dejando muy escasa cobertura sobre la superficie del suelo. Debido a esta misma causa, la incorporación de materia orgánica es muy escasa con lo que la estructura del suelo tiene tendencia a volverse inestable y a densificarse. El monocultivo de soja no puede contrarrestar la densificación estructural por la causa mencionada y además porque el sistema de raíces genera menor cantidad de bioporos y agregados que las raíces de las gramíneas, tales como el maíz, el sorgo y el trigo (Fotografía 1). Cuando se realizan varios años de monocultura sojera, el suelo tiende a densificarse, a formar "pisos" o capas endurecidas (Fotografía 2) que a su vez limitan el crecimiento de las raíces, y en algunos casos determinan el cambio de dirección de las mismas (Fotografía 3).

Fig. 1.

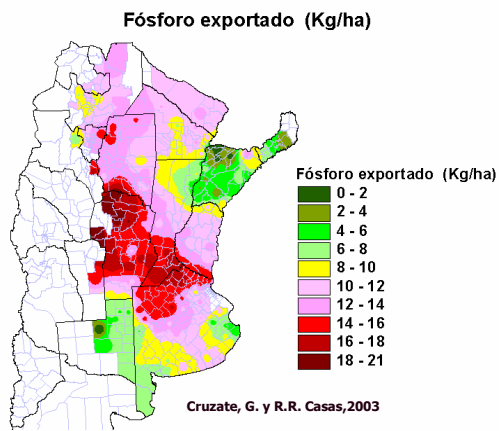


Fig. 2.

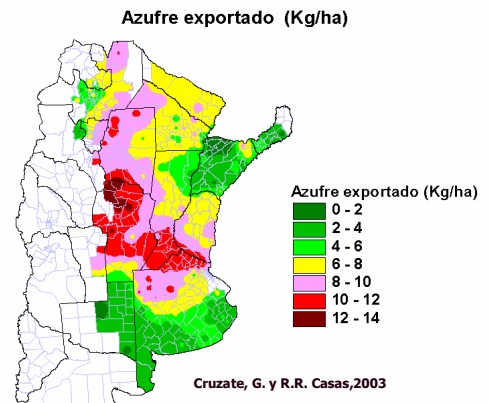


Fig. 3

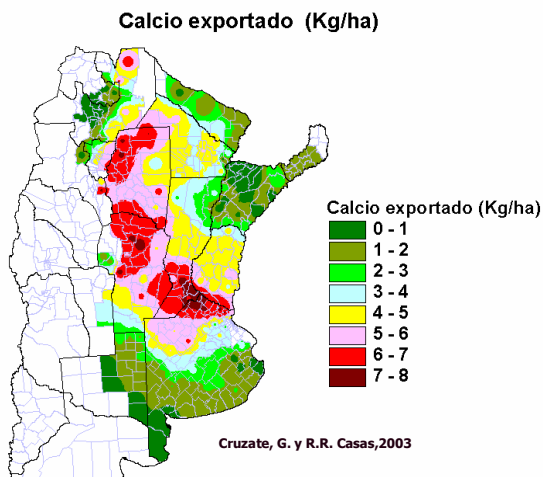
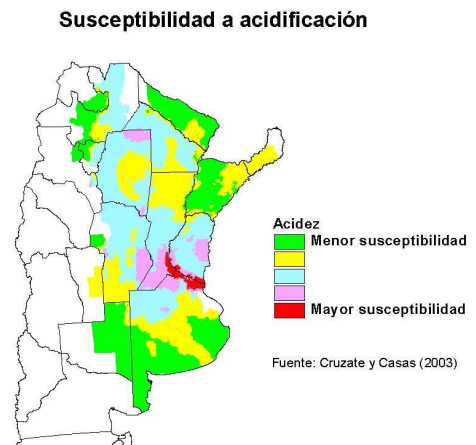


Fig 4



La menor profundización de los sistemas radicales expone al cultivo al stress hídrico, ante eventuales sequías, contribuyendo a aumentar el riesgo empresarial. La consecuencia de la situación descrita es la disminución de la calidad y salud del suelo.

#### Como prevenir el deterioro de la calidad y salud del suelo

La rotación de cultivos con inclusión de gramíneas, genera en algunos años un balance positivo del carbono del suelo que se traduce en un incremento de la materia orgánica y mejora de la condición estructural del suelo. Evaluaciones efectuadas en el sur de Santa Fé y sudeste de Córdoba permitieron medir tasas anuales de incremento de carbono orgánico entre 0,7 y 1,2 /toneladas/hectárea en lotes con 8 á 10 años de siembra directa (Casas, 2003). Esta situación, puede conducir a aumentos de la materia orgánica del suelo variables entre 0,5 y 1 por ciento en dicho período hasta 15 centímetros de profundidad, dependiendo de las características del suelo (textura, densidad aparente, etc) y del manejo del sistema (rotación específica y niveles de fertilización empleados). El aporte de residuos orgánicos y mantenimiento de un balance positivo de carbono en el suelo, es particularmente importante en siembra directa, ya que de él depende la actividad biológica global que a su vez condiciona la porosidad, agregación y capacidad de almacenaje de agua.

Las claves para prevenir el deterioro de la calidad y salud del suelo consisten en mantener un elevado flujo de carbono y sistemas radicales activos. Este sistema parte de la base fundamental del mantenimiento de la integridad del perfil del suelo, previniendo y controlando los procesos erosivos.

Utilizando la materia orgánica proveniente de los residuos de cultivos, la acción de insectos y lombrices, más la de las raíces de las plantas se genera en forma descendente una trama de poros de vital importancia para airear y fracturar la estructura laminar densificada a que normalmente tienden los suelos bajo siembra directa. Este verdadero "motor biológico" que funciona con la materia orgánica como combustible, contrarresta el proceso de compactación que tiende a producirse especialmente por el tránsito de la maquinaria agrícola.

Para que el sistema poroso del suelo funcione a pleno en profundidad en su triple rol de circulación - almacenamiento de agua y aireación, se debe mantener cubierta la superficie con rastrojos de cultivos. Cuando la cobertura es escasa por falta de rotaciones adecuadas, el impacto de las gotas de lluvia produce la ruptura de los agregados superficiales del suelo, lo cual genera la dispersión y orientación de las partículas más finas de limo y arcilla, produciendo la oclusión o sellado de los poros al penetrar dichas partículas en el suelo. Se forma así una delgada capa o sello superficial de 0,1 a 0,2 milímetros de espesor en la cual la permeabilidad se reduce hasta 2000 veces respecto de un suelo normal, seguida de otra que puede alcanzar más de un centímetro, en la cual la permeabilidad se reduce hasta 200 veces. En suelos con estructura estable con buena cobertura, los agregados no llegan a dispersarse por lo cual la permeabilidad prácticamente no es afectada.

El flujo abundante de carbono se logra desarrollando sistemas de rotaciones que incluyan gramíneas con elevado aporte de residuos (Fotografía 4). Para ello se debe realizar un esquema de fertilización balanceada que aporte los nutrientes necesarios para la rotación. Se genera así una activa zona de descomposición en superficie en la que actúan insectos, hongos saprófitos y bacterias. Inmediatamente por debajo se encuentra la zona activa de agregación en la cual las raíces de los cultivos, polisacáridos provenientes de la actividad bacteriana e hifas de los hongos saprófitos contribuyen significativamente a la formación de agregados del suelo (Fotografía 5).

Los sistemas radicales son fundamentales para la estructuración del suelo y este aspecto puede controlarse mediante la elección de la rotación. El cultivo de maíz provee abundante cantidad de rastrojos lo cual asegura un elevado flujo de carbono al suelo. Su sistema radical posee elevada capacidad estructurante, lo cual produce un suelo estructurado y poroso (Fotografías 6 y 7).

Se deben planificar rotaciones con la mayor diversificación de cultivos posible de tal forma de mantener continuamente sistemas radicales vivos lo cual asegura a su vez una óptima actividad biológica en el sistema. El sistema de siembra directa con rotación de cultivos genera un incremento importante del carbono orgánico total en los primeros centímetros de suelo, como así también de la fracción de carbono orgánico particulado entre 53 y 250 micrones de fundamental importancia para la fertilidad actual y la actividad biológica del suelo (Cuadro 3). Los períodos entre cultivos en los que el suelo queda en "barbecho", es conveniente ocuparlos con cultivos de cobertura tales como vicia, alfalfa o cereales de invierno que además de aportar biomasa aérea y protección, aportan sistemas radicales activos beneficiosos para la actividad biológica y la estructura del suelo (Fotografía 8).

**Cuadro 3.- Distribución de las diferentes fracciones de COS de los suelos (Series Arroyo Dulce, Chabas, Casilda y Hansen)**

g. kg <sup>-1</sup>										
Variables	0 - 5cm				5 - 10cm				10 - 15 cm	
	4 Años	% COT	9 Años	% COT	4 Años	% COT	9 Años	% COT	4 Años	9 Años
COT	17.9		23.0		14.2		15.5		14.9	15.6
COM	12.0	67	13.8	60	11.4	80	13.0	83		
COP53	2.9	16	5.3	23	2.0	14	1.9	12		
COP250	3.1	17	3.7	17	0.9	6	0.7	5		

COT: C Org.Total; COM: C org.Humificado; COP 53: C Org. Particulado entre 53 y 250 μ; COP 250: C Org. Particulado mayor 250 μ.  
Casas, R.R, Ostinelli, M.M; Cruzate,G.A y C. Izaurralde, 2005.

En síntesis, al pasar de un sistema simplificado (monocultivo) a uno diversificado se producen los siguientes efectos positivos en el suelo: se incrementa el flujo de carbono, aumenta la actividad biológica, es mayor y continua la presencia de raíces activas, aumenta la estabilidad estructural, se logra mayor profundización radical, aumenta la retención hídrica y se incrementa la fertilidad del suelo. Este conjunto de factores a su vez disminuye el riego productivo ante eventuales períodos de sequía, brindándole sustentabilidad al sistema (Fig. 5).

De lo expresado, se concluye que es posible intensificar los sistemas productivos, preservando la calidad y salud del suelo. Ello se consigue mejorando la calidad del proceso productivo mediante la utilización de buenas prácticas de manejo. Para ello resulta fundamental mantener una buena cobertura del suelo mediante rotaciones que incluyan gramíneas, el empleo de cultivos de cobertura, la fijación biológica de nitrógeno, el control de la erosión (Fotografías 9 y 10), la fertilización balanceada (incluye la reposición de calcio y magnesio) y la disminución de la compactación por tránsito, por mencionar las más importantes.

La densidad del suelo tiene un rol importante en la penetración de las raíces, ya que éstas solo penetran en poros de diámetro mayor que el de las raíces jóvenes de gramíneas. Los extremos de las raíces son poco flexibles lo cual les impide contraerse para introducirse en un poro estrecho. La materia orgánica mejora la agregación del suelo aumentando la proporción de macroporos los que contrarrestan este problema.

Es fundamental evitar el tránsito de maquinaria en suelos muy húmedos ya que la presión ejercida por las ruedas de tractores y equipos, se trasmite en profundidad en forma de arcos o bulbo, pudiendo generar una reducción de hasta el 10 por ciento en la porosidad del suelo superficial, pero con efectos en la compactación que pueden alcanzar los 20 a 30 centímetros de profundidad (Casas y Eiza, 2005; Fig.6). El aumento de la resistencia a la penetración por compactación limita el crecimiento de las raíces en profundidad, lo cual se traduce en sistemas radicales superficiales y cultivos particularmente vulnerables al stress hídrico.

Para la sustentabilidad de sistemas agrícolas resulta de vital importancia implementar rotaciones de cultivos que generen un balance positivo de la materia orgánica del suelo en el mediano plazo. Ello permitirá mejorar la calidad del suelo, lo que se traducirá en planteos menos riesgosos y más rentables para el productor y favorables para la salud ambiental.

#### La preservación de la calidad y salud de los suelos como oportunidad para la Argentina

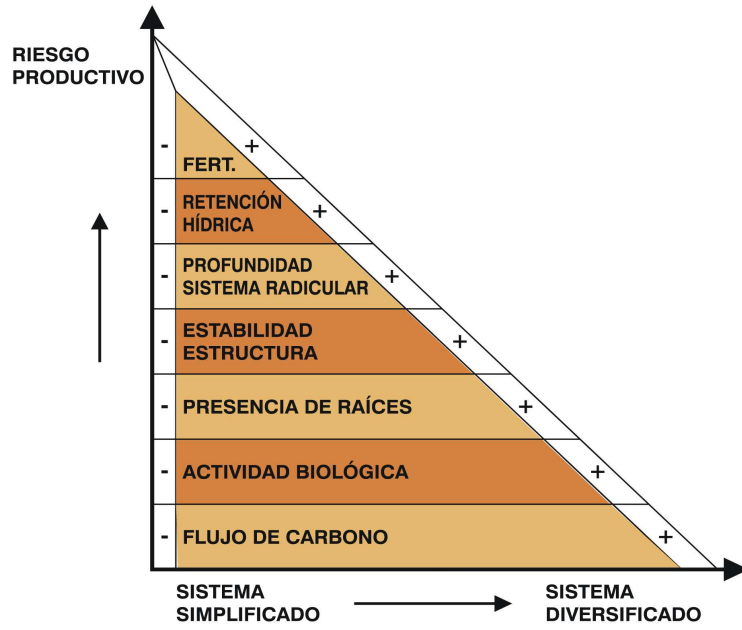
Uno de los desafíos más significativos que afronta la humanidad es la degradación de los recursos naturales y principalmente la degradación de los suelos cultivados. Alrededor de 2000 millones de hectáreas están deterioradas en forma irreversible y de las 1700 millones restantes, un 60 por ciento (1000 millones de hectáreas) poseen procesos degradatorios de moderados a graves, que afectan anualmente entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierra productiva. No se termina de comprender en su verdadera dimensión que la vida sobre la tierra depende en gran medida de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos, que asegura la provisión de alimentos, el uso sustentable del agua, la conservación de la biodiversidad y el control del clima global (Casas, 2000).

En los próximos años continuará la demanda creciente de alimentos, energía y materias primas. En este contexto se ubica el desarrollo sostenido de países como China y la India que en conjunto, reúnen 2500 millones de personas. Por otra parte, se registra EE.UU. con niveles record de consumo que compite seriamente con el desarrollo proyectado para los países asiáticos (World Watch Institute, 2006).

Evidentemente, se está produciendo un desbalance de “demandas biológicas” ya que entre los EE.UU., Europa, Japón, China y la India, consumen el 75 por ciento de la capacidad biológica del planeta, con crecientes importaciones de granos, soja y madera que ejercen una fuerte presión sobre la biodiversidad en América Latina. La consecuencia será la inestabilidad ecológica creciente del planeta.

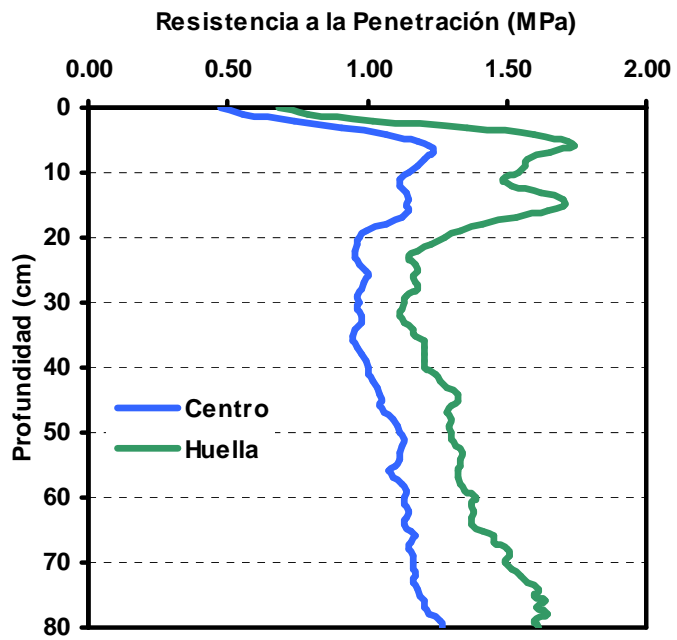
Un breve análisis de la situación de la agricultura en el mundo, permite advertir un aumento de las presiones de las sociedades por alcanzar un ambiente más saludable. Esta situación conlleva a la definición de políticas ambientales que incorporen el costo ambiental a la contabilidad pública, valorando los bienes y servicios producidos por los distintos agroecosistemas. En otras palabras, en los países del primer mundo y particularmente en Europa, los servicios ambientales están tomando importancia creciente en la valoración por parte de las sociedades y los gobiernos. En este marco de agricultura multifuncional, tan importante como la producción de alimentos y fibras, es la conservación de bosques y humedales, por su importancia en el ciclo hidrológico, captura y balance del carbono atmosférico, conservación de los suelos y bosques, biodiversidad, etc. Cada vez se visualiza con mayor claridad el alcance “global” de los fenómenos ambientales lo que significa que el mal trato a los recursos naturales en un lugar remoto afecta al conjunto de los países del planeta.

Fig. 5. Diversificación de cultivos y riesgo productivo



Fuente: Casas, 2006

Fig. 6. Evaluación de la resistencia a la penetración en ensayos de rotaciones y fertilización de larga duración



Fuente: Casas y Eiza, 2006

Ello es particularmente importante en la emisión de gases de efecto invernadero, pero también pueden mencionarse los procesos de erosión y sedimentación, desmontes e inundaciones y contaminación de acuíferos de cuencas comunes. Nace así el concepto de “negligencia ecológica” por el cual los países deberán responder ante otros países por daños que pudieran causar al ambiente por decisiones tomadas en sus territorios. Los países más avanzados en materia ambiental apuntan a unificar el manejo del ambiente en sistemas integrados de gestión ambiental mediante los cuales las empresas y organizaciones sociales administran sus impactos sobre el mismo (Viglizzo, 2006).

Las tendencias mundiales que se observan en los últimos años señalan que la gestión ambiental en los países, tendrá consecuencias directas y prácticas sobre el intercambio comercial que puedan llevar a cabo. La adecuada gestión del ambiente y uso de los recursos naturales será una exigencia del comercio internacional, por lo que los países que apliquen políticas ambientales rigurosas, exigirán que también lo hagan el resto de los mismos, a riesgo de impulsar sanciones comerciales. La situación planteada no debe considerarse como una amenaza sino como una oportunidad para la Argentina. Si somos capaces de actuar rápidamente en la formulación y aplicación de políticas ambientales consistentes, seguramente obtendremos ventajas comerciales a futuro.

A la luz de las tendencias mundiales, se considera que deberíamos priorizar el análisis de las políticas vigentes para expansión de la agricultura, particularmente en ambientes vulnerables. Promover el desmonte porque los bosques están degradados, evidentemente no constituye un buen argumento. Las provincias deben realizar un ordenamiento efectivo de su territorio y hacer cumplir las leyes vigentes sobre el uso de los recursos naturales. Siempre será conveniente cerrar las brechas productivas en los mejores suelos y ambientes sobre los cuales se deberán concentrar las mejores tecnologías productivas, disminuyendo la “presión” sobre los ecosistemas más frágiles. Tampoco resulta inteligente la simplificación extrema de los sistemas productivos hacia la cual nos encaminamos desde hace algunos años y que nos hace potencialmente muy vulnerables. Está demostrado prácticamente que con rotaciones de cultivos debidamente planificadas y buenas prácticas agrícolas, se pueden superar en el mediano plazo los márgenes obtenidos con sistemas simplificados. La diversificación de la producción es una de las claves de la sustentabilidad no sólo ambiental sino social. Además de las producciones tradicionales de cereales y oleaginosas que constituyen la base de nuestra economía, existen también otras alternativas productivas poco explotadas en las regiones. Las producciones intensivas bajo riego (hortícolas, aromáticas, floricultura), forestación, producción orgánica, ecoturismo, etc constituyen solo algunos ejemplos de actividades alternativas que habría que explorar en función de las demandas locales e internacionales. Ello contribuirá significativamente a mejorar el empleo, la distribución del ingreso y disminuir el éxodo rural, todos problemas acuciantes para el desarrollo del país.

La valoración creciente de los recursos naturales y la gestión del ambiente por las sociedades del mundo están señalando el rumbo correcto, no solamente por la “cuestión ética”, sino porque en los próximos años se convertirá en una exigencia del comercio internacional.

## **Conclusión**

El debate entre la concepción ambiental y la productiva resulta anacrónico en un mundo que reclama alimentos, situación frente a la cual la Argentina asume un compromiso ético y moral irrenunciable. A esta altura de los acontecimientos está técnicamente demostrado que se pueden llevar adelante sistemas productivos que intensifiquen el uso del suelo y que sean sostenibles en el tiempo, en aquellos suelos con aptitud agrícola acorde.

Existen actualmente en la Argentina los conocimientos y tecnologías disponibles como para desarrollar una agricultura de alta producción y sustentable. Sin embargo se debería continuar trabajando para lograr en el menor plazo la toma de conciencia por parte de la sociedad acerca de la necesidad de conservar los suelos y los recursos naturales. Ello nos asegurará un rol estratégico como país productor de alimentos, pero también

producir respetando las normas ambientales, cada vez más valoradas por las sociedades del mundo y que sin duda condicionarán el comercio internacional futuro.

### **Bibliografía**

- Berardo, A. 2004. Manejo de la Fertilización en una agricultura sustentable. Inpofos, Investigaciones Agronómicas del Cono Sur. Número 23. Agosto. pp.23 - 25
- Casas, R.R. 2003. El aumento de la materia orgánica en suelos argentinos: El aporte de la siembra directa. XI Congreso de AAPRESID. Tomo I; pp.155 - 168. Rosario.
- Casas, R.R.2005. Efecto de la intensificación agrícola sobre los suelos. Ciencia Hoy; Vol.XV. N° 87 - Junio - Julio. pp. 42 -43
- Casas, R.R.; Ostinelli, M.M; Cruzate,G.A y C. Izaurrealde. 2005. Impacto de la siembra directa sobre la distribución en profundidad de la materia orgánica total y particulada de la Región Pampeana Húmeda Argentina. Jornadas Nacionales Matera Orgánica y Sustancias Húmicas; 2 y 3 de Junio. Bahía Blanca
- Casas, R.R.; M.J.Eiza. 2006. Compactación por tránsito. Evaluación en suelos del sudeste de Córdoba. INTA., Instituto de Suelos del CIRN. Informe Técnico (Inédito).
- Ciomta; 2005. Edición Especial Climatología. Boletín Informativo de Publicación Trimestral ; Año II N° 5 y 6; Marzo/Junio. pp.12
- Conti, M. 2004. Primer Foro Nacional de Agricultura sustentable. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Dirección de Agricultura; Programa de Producción Agropecuaria Sustentable. pp.1 -9.
- Cruzate, G. y R.R. Casas 2003. Balance de nutrientes. Fertilizar; Año 8, Número Especial sostenibilidad; Diciembre. pp 7 -13
- Irurtia, C.B.; R. Mon. 2000. Impacto de la erosión hídrica en la producción de granos en Argiudoles típicos de la Pampa Ondulada. 11ª. Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo (ISCO). Actas. Buenos Aires.
- Michelena, R.O.; Irurtia, C.B.; Vavruska, F; Mon, R. y A. Pittaluga. 1989. Degradación de suelos en el Norte de la Región Pampeana. INTA . Proyecto de Agricultura Conservacionista. Publicación Técnica N° 6. Estación Experimental Agropecuaria INTA - Pergamino.
- Viglizzo, E.F. 2006. . Desafíos y Oportunidades de la expansión agrícola en la Argentina. Taller desafíos y oportunidades para la expansión agropecuaria en Argentina y sus implicancias para el medio ambiente. Fundación Vida Silvestre Argentina - INTA. Documentos para la Discusión. 24 de agosto; Buenos Aires.
- World Watch Institute 2006. State of the World 2006 Special Focus: China and India.; [www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org) .

## ANEXO

**FOTOGRAFÍA 1.** El sistema radical de la soja genera menos bioporos que el de las gramíneas



**FOTOGRAFÍA 2.** Cuando se realizan varios años de monocultivo de soja el suelo tiende a compactarse, situación que puede afectar el crecimiento de las raíces



**FOTOGRAFÍA 3. La compactación del suelo puede modificar la dirección del crecimiento de las raíces**



**FOTOGRAFÍA 4. El flujo abundante de carbono se logra desarrollando sistemas de rotaciones que incluyan gramíneas con elevado aporte de residuos y raíces**



**FOTOGRAFÍA 5.** Zona activa de agregación en la cual las raíces, polisacaridos provenientes de la actividad microbiana e hifas de hongos saprófitos, contribuyen significativamente a la formación de agregados del suelo



**FOTOGRAFÍA 6.** El cultivo de maíz provee abundante cantidad de rastrojos que aseguran un elevado flujo de carbono al suelo



**FOTOGRAFÍA 7. El sistema radical del maíz posee elevada capacidad estructurante, lo cual produce un suelo estructurado y poroso**



**FOTOGRAFÍA 8. Los períodos entre cultivos en los que el suelo queda en "barbecho", es conveniente ocuparlos con cultivos de cobertura que aportan biomasa aérea y sistemas radicales activos, beneficiosos para la actividad biológica y la estructura del suelo**



**FOTOGRAFÍA 9.- Cultivo de cobertura de vicia que enriquece al suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno**



**FOTOGRAFÍA 10.- Sistema de siembra directa en curvas de nivel para el control de la erosión**



## RECORDATORIO AL PREDECESOR, ACADEMICO ING. AGR. RAMON AGRASAR

No tuve la satisfacción de tener trato personal con el Ing. Agrasar, aunque resulta imposible desconocer la trayectoria y logros de un hombre que ha dejado una huella imborrable para la agricultura argentina y para el país.

Egresado de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires en 1948, obtuvo una Maestría en Ingeniería Agrícola en Texas, USA, en 1954. Pudiéndose quedar a trabajar en el exterior, decide regresar a la Argentina, vinculándose a poco de llegar con Brant Laboratorios S.A., asociada a Pfizer de USA en Argentina que por ese momento impulsaban un programa de producción de soja y elaboración de un alimento proteico de bajo costo para la alimentación de los chicos en las zonas críticas del país. Centremos la atención en que se estaban dando los primeros pasos sobre un cultivo que posteriormente revolucionó a la agricultura de nuestro país. Con la colaboración de los Ings. Antonio Ruzo, Wilfredo Barret y Manuel Gutiérrez revisa los antecedentes de la soja en la Argentina, que por ese momento presentaba problemas de dehiscencia que desanimaban al productor.

En 1954 viajó a los EE.UU. invitado por el Departamento de Agricultura (USDA) a visitar el Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas en Beltsville que continuó con un programa de visitas a Estaciones Experimentales, centros y zonas productoras principales de soja. En Beltsville el Dr. Erdman le brinda dos colecciones completas de distintas cepas de Rhizobium sp. que envía a laboratorios oficiales y privados de la Argentina. Finalmente el Departamento de Agricultura de EE.UU., pone a su disposición materiales comerciales y las variedades consideradas como las de mejor perspectiva para Argentina, organizando el embarque.

Para poder desarrollar las actividades se funda en 1955 la firma Agrosoja S.R.L. con sede en Buenos Aires, integrada por Brant Laboratorios S.A. y los Ings. Agrs. Ramón Agrasar y Antonio Ruzo que inmediatamente importa de USA semilla de las variedades Lee, Jackson, Clark, Hill, entre otras, destacadas por su indehiscencia y que constituyen la base genética del cultivo en nuestro país. Se organiza en el centro y norte de Argentina una vasta red de ensayos integrada por Estaciones Experimentales, Cooperativas, agricultores destacados y colegas, que alcanzó una gran magnitud.

Para el comienzo de 1956 había suficiente cantidad de cultivos comerciales y en octubre de ese año se envían 300 bolsas de la variedad Lee a la localidad de Coronel Bogado, Departamento Rosario, que fueron sembradas sobre rastrojo de trigo por 10 agricultores líderes, inaugurando el corazón sojero del sur de Santa Fe y también la histórica rotación trigo-soja.

Desde ese momento el Ing. Agrasar realiza ingentes esfuerzos y gestiones para que el grano de soja fuese reconocido oficialmente por parte el Gobierno, la exportación y la industria. Recién en 1966 el Ing. Walter Kugler, Ministro de Agricultura del Presidente Arturo Illia logra una resolución de la Junta Nacional de

Granos, reconociendo oficialmente al grano de soja como objeto de comercio interno y externo, estableciendo normas de calidad que contribuyeron a consolidar un mercado.

En 1958 el Ing. Agrasar realiza la importación de los primeros sorgos híbridos que había obtenido Dekalb en USA provocando una ola de entusiasmo entre los productores. Se constituyen en 1959 "Dekalb Argentina S.A." y "Dekalb-Agrosoja S.A.", con la presidencia del Ing. Ramón Agrasar, con el fin de atender comercialmente al sorgo híbrido que pasó así a constituirse en un cultivo importante para el país.

Hacia 1961 decide con Dekalb iniciar ensayos para el mejoramiento del maíz Flint y en 1971 para el mejoramiento de trigo y también de girasol que significaron una verdadera explosión en los rendimientos unitarios, a partir de 1976.

Entre 1954 y 1987 los equipos de Agrosoja S.R.L. primero y Dekalb Argentina S.A. posteriormente, bajo su dirección, participaron y contribuyeron significativamente en el desarrollo tecnológico de la agricultura pampeana a través del impulso al cultivo de soja, introducción de sorgo híbridos, de su temprano interés por los nuevos trigos precoces, de su éxito en el mejoramiento del girasol y del maíz, todo ello acompañado del impulso a las nuevas tecnologías de maquinaria agrícola, sistemas de siembra y cultivo, uso de fertilizantes y riego suplementario que han contribuido al incremento de los rendimientos unitarios y colectivos en beneficio del país.

Las múltiples y admirables facetas de la personalidad del Ing. Agrasar no se agotan en los aspectos relacionados con la innovación tecnológica. Fue también un agudo observador de los problemas sociales y desde su actividad se preocupó por los problemas de la salud humana y especialmente por la desnutrición de los niños. En relación con esta problemática decía el Ing. Agrasar durante su incorporación a la Academia en 1996: "se nos dirá que no somos médicos y que tiene que ver nuestra profesión con un problema que no nos corresponde. Creo que conocer la naturaleza y lograr la producción de alimentos es la razón primordial de nuestro esfuerzo. Entender el suelo, las plantas y los animales no en el sentido de las Églogas virgilianas sino como un imperativo categórico. En la expansión global nuestro objetivo debe ser hacer producir más a nuestra tierra sin destruirla" conceptos sabios que sintetizan el pensamiento y el sentimiento de un hombre extraordinario.

El sitial 1 de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria fue ocupado sucesivamente por el Dr. Tomás A. Amadeo, el Ing. Agr. Luis A. Foulon, el Ing. Agr. Ichiro Mizuno, el Ing. Agr. Antonio J. Prego y el Ing. Agr. Ramón Agrasar. Desearía concluir este homenaje con un recuerdo especial para el Ing. Agr. Antonio Prego quien seguramente se hubiera sentido muy feliz y orgulloso de que uno de sus discípulos pueda sucederlo en el sitial que una vez ocupó. Espero poder saber honrar a estos antecesores. Muchas Gracias.

