



El recurso  
suelo: la  
importancia  
de su  
conservación



**FACULTAD DE  
AGRONOMÍA**



**UNCPBA**  
Universidad Nacional del Centro  
de la Provincia de Buenos Aires

## **Índice**

El recurso suelo: la importancia de su conservación .....	ii
7 de julio: Día Mundial y Nacional de la conservación del suelo .....	1
La calidad y conservación del suelo como contexto para la enseñanza de Química en primer año de la carrera Ingeniería Agronómica .....	4
Análisis de la correspondencia entre el uso del suelo y la capacidad productiva del mismo en subsectores del centro sudeste de la provincia de Buenos Aires .....	6

## **El recurso suelo: la importancia de su conservación**

Entendido como un cuerpo natural y evolucionario, dinámico en espacio y tiempo, el suelo es un material formado en la corteza terrestre que por sus propiedades cumple funciones sustantivas en los ecosistemas del planeta. Esencialmente es sustrato para las plantas, alberga otras numerosas formas de vida, aportando a la biodiversidad, regula el ciclo hidrológico, constituye un reactor donde se procesan sustancias, es un componente central de los ciclos biogeoquímicos y actúa como fuente o sumidero de gases de efecto invernadero. Por todo esto es necesario conocer sus características y funcionamiento, y entender cómo los usos y manejos afectan a su calidad. Conocer este recurso es la base para su conservación.

En esta compilación se reúnen aportes de tres grupos de trabajo de la Facultad de Agronomía de la UNCPBA que a través de la docencia o la investigación muestran desde sus perspectivas la necesidad de profundizar en el conocimiento y conservación del recurso edáfico.

## **7 de julio: Día Mundial y Nacional de la conservación del suelo**

*A. Sfeir y M. Piscitelli*

Contribución del grupo de Conservación y manejo de suelos

El 7 de julio se celebra el Día Mundial de la Conservación del Suelo, en conmemoración del aniversario del fallecimiento de Hugh Hammond Bennet (15 de Abril de 1881 – 7 de Julio de 1960), pionero en la lucha contra la erosión en USA. En 1963, bajo la presidencia del Dr. Arturo Humberto Illia, la República Argentina decretó (N° 1.574/63) el Día Nacional de la Conservación del Suelo. Entre los fundamentos del decreto se expresa: “el suelo agrícola configura el soporte más sólido de la economía Argentina, así como de su expansión futura y que, consecuentemente, la conservación de nuestro recurso natural básico es imprescindible para garantizar el bienestar de todos los habitantes de la Nación.”

En nuestro país se observa con preocupación la existencia de diversos procesos de degradación de las tierras y sus suelos, a pesar de los esfuerzos realizados por productores agropecuarios y organismos públicos y privados. El estado de la situación actual fue volcado en la obra “El Deterioro del Suelo y del Ambiente en la Argentina”, publicado por la Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECIC) en 2015, para la cual hemos colaborado.

Es oportuno, y necesario, generar y aplicar políticas integrales y permanentes para el aprovechamiento sustentable del suelo, y en general, de los recursos naturales. A lo largo de nuestra historia hubo varios intentos al respecto (aunque aislados), y en 1981, se puso en vigencia la Ley N° 22.428 de Fomento a la Conservación de Suelos, que sigue vigente pero, carece de financiamiento para su implementación. Solo unas pocas provincias aplican algunos recursos económicos propios, para la implementación de tecnología para la conservación de los suelos.

En el ámbito científico – tecnológico se han priorizado algunas ideas sobre las cuales hay que trabajar con mayor énfasis.

Una de ellas se refiere al impacto de la agricultura en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). En este aspecto, se destaca el desafío de producir cada vez más alimentos haciendo frente a la mayor dificultad que impone un clima cambiante. Con frecuencia, el incremento de la presión productiva sobre el suelo puede generar un incremento en la mineralización de la materia orgánica, que representa una emisión neta de Carbono (CO<sub>2</sub>). Además, esta pérdida favorece la alteración de algunas propiedades físicas del suelo, que a su vez, están relacionadas con la distribución y la dinámica del agua y el aire en el suelo. Consecuentemente, el suelo reduce la infiltración y el almacenamiento de agua; de este modo, queda una mayor proporción de agua en la superficie del paisaje que encharca o escurre, y emite vapor de agua adicional a la atmósfera. El cambio climático está ocurriendo e influye sobre la dinámica del suelo, y a su vez, el suelo bajo determinados planteos productivos, puede contribuir al avance del cambio climático global.

Otra de las ideas priorizadas expresa que la producción agropecuaria planteada con criterios de sustentabilidad, permite controlar y/o prevenir la degradación del suelo, y contribuye a mitigar los efectos de los gases en la atmósfera sobre el cambio climático global. Estos planteos productivos reducen la emisión de carbono, vapor de agua y otros gases de efecto invernadero (GEI), y en muchos casos generan lo que se conoce como secuestro de carbono.

En esencia el cambio climático global no es el problema, sino que es el síntoma de un problema ambiental serio. Esto hace necesario avanzar en el desarrollo científico tecnológico que permita neutralizar las causas que lo generan: pero simultáneamente se deben generar métodos y tecnología que se adapten a este escenario dinámico, pues de no ser así se podría ver en algún grado de riesgo la actividad agropecuaria.

Las tierras que presentan un severo o grave deterioro de sus propiedades por efecto de la degradación, pierden elasticidad para mostrar respuesta a planteos productivos sustentables, o requieren una alta inversión en tecnología. En la actualidad, todavía predomina una alta proporción de tierras con un grado moderado de deterioro, o menor que éste, y conservan suficiente elasticidad y plasticidad funcional como para tener alta producción bajo planteos de tecnología sustentable; pero si estos planteos no se implementan seguirá agravándose su deterioro

El conocimiento necesario para la implementación de planteos productivos sustentables debe generar sistemas productivos ordenados pero flexibles, con rotaciones diversificadas, y tecnología precisa y poco agresiva para el ambiente.

Deben ser ordenados en relación con la fragilidad y la aptitud del ambiente en cada sector considerado, flexibles en relación a las variaciones económicas que se van observando, de modo que los productores dispongan de más de una combinación de tecnología y cultivos que les permita ser sustentables sin quebrantos. La diversificación de las rotaciones (Figura 1) contribuye a un mejor aprovechamiento del suelo y a una mayor resiliencia. El desarrollo de tecnología ajustada a cada situación permite una menor modificación funcional del ambiente y mayor precisión en su implementación.



Figura 1. Excelente cobertura del suelo lograda bajo rotaciones diversificadas y siembra directa permanente (Azul, PBA).

Con mediciones de radar y satelitales se generan pronósticos meteorológicos ajustados a las observaciones de la estación que se actualizan dos veces por día. Los pronósticos en conjunción con diversos modelos e índices específicos para la agricultura permiten la mejor planificación de las actividades.

De esta manera lo ambiental se incorpora a la gestión agropecuaria.

## **La calidad y conservación del suelo como contexto para la enseñanza de Química en primer año de la carrera Ingeniería Agronómica**

S. Losardo; A. Goyeneche y S. Mestelan

Contribución de los Grupos de Química Agrícola y de Edafología Agrícola

Los currículos de las materias de ciencias básicas tienen una estructura tradicional de listado de temas específicos que deberían resultar el basamento conceptual para su aplicación en el campo profesional de los egresados de la carrera de Agronomía. En el caso particular de los contenidos de Química, los estudiantes que recién se inician en la carrera pueden enfrentarse por primera vez con este tipo de contenidos y, por lo tanto, sus aprendizajes en el contexto de enseñanza tradicional no logran motivarlos y, mucho menos, generarles conciencia sobre su importancia para la futura profesión. Nos preguntamos ¿Cómo apuntar desde la asignatura química, de primer año a las competencias profesionales? ¿Cómo lograr que los estudiantes vean la química como una herramienta necesaria para su formación y no como una barrera infranqueable para los que no tienen habilidades cognitivas en esta materia?

Hace más de una década, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, se vienen implementando en la asignatura Química Analítica actividades de laboratorio para los estudiantes que implican analizar parámetros de calidad edáficos con técnicas similares a las utilizadas en Laboratorios de Análisis de Suelo: pH, conductividad eléctrica como estimador de salinidad, Nitrógeno total, Carbono orgánico total y Fósforo disponible. A partir del año 2015 se realizaron modificaciones en la cursada de esta asignatura enmarcadas en las corrientes didácticas de la *Química en Contexto* y en el *Aprendizaje Basado en Problemas*. Estos enfoques de enseñanza implican priorizar en los estudiantes el desarrollo de actitudes y habilidades que propicien la construcción del conocimiento y el uso de recursos apropiados de aprendizaje; situar a los estudiantes en la resolución de problemas cercanos a la vida profesional y fomentar el debate y el trabajo en equipo para un mejor desempeño en el ámbito académico. De esta manera, en un trabajo interdisciplinario y de articulación de los docentes de Química y Edafología Agrícola, se diseñaron problemas agronómicos que comprenden problemáticas donde se analizan usos del suelo y su efecto en la calidad de los mismos evaluada a través de las variables precedentemente mencionadas.

De esta manera, partiendo del *Conflicto Cognitivo Global* se pueden desprender *Conflictos Cognitivos Parciales* de índole químico. Esta metodología se implementó también para la enseñanza de contenidos de Introducción a la Química y Química Agrícola, de primer año, abarcando contenidos de fórmulas químicas y nomenclatura de compuestos inorgánicos, junto con la aplicación de metodologías de cuantificación empleadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos como la volumetría ácido-base (Nitrógeno total) y la volumetría redox (Carbono orgánico total). El cierre de cursada Química Agrícola incluye un trabajo práctico integrador donde se hace una visita por las instalaciones del Laboratorio de Análisis de Suelos, y se recorren contenidos de la asignatura mientras se describen las distintas técnicas de rutina que tiene lugar en el mencionado espacio de servicios.

La transformación de los estudiantes durante el trayecto formativo es relevada a través de la compilación de sus experiencias en la cursada; a modo de ejemplo vaya la transcripción de las reflexiones de un estudiante de Química de primer año de nuestra Facultad:



...“-Ciencia y vida- van de la mano; el suelo es parte fundamental de la vida, y dependemos de la ciencia y nuestros conocimientos para producir alimentos y conservar la sustentabilidad del suelo, por lo que, saber cómo está compuesto el suelo y los procesos fisicoquímicos que ocurren en él, es fundamental para tomar nuestras decisiones ante los posibles problemas que enfrentaremos en nuestro futuro laboral”.

Los resultados preliminares de esta investigación permiten afirmar que el aprendizaje de Química en Agronomía a partir de problemáticas que exigen la cuantificación e interpretación de parámetros de calidad del suelo resultó interesante y motivador para los estudiantes porque estuvo dentro de un Conflicto Cognitivo Global contextualizado en el marco de la futura profesión de Ingenieros Agrónomos. Asimismo trabajar en equipo con premisas desafiantes y motivadoras mejoró las competencias cognitivas de los estudiantes.

#### Bibliografía

GOYENECHÉ, A.; MARGHERITIS, A. y CASTAÑARES, E. (2015) Propuesta didáctica para química en Agronomía: la opinión de los alumnos. The Journal of the Argentine Chemical Society (Anales de la Asociación Química Argentina). Vol 102 (1-2) ISSN: 1852-1207 (versión CD-Rom) (Journal of the Argentine Chemical Society Vol 102 (1-2): Pp 360-365 (versión papel). Buenos Aires. Argentina.

GOYENECHÉ, A. y GALAGOVSKY, L. (2019). Laboratorio de Química para Ingeniería Agronómica. Desafío y propuesta. Actas del XXXII Congreso Argentino de Química. ISBN 978-987-47159-0-6. 1ra. Edición. Libro digital. 12 al 15 de marzo de 2019. Asociación Química Argentina. Buenos Aires. Argentina. Pp. 794-797.

LOSARDO, S. y GOYENECHÉ, A. (2012) Cómo estimular a los alumnos de Química Agrícola a trabajar y aprender en el laboratorio. Del aula al campo 2010. ISBN: 978-987-1794-30-0- Zeta Editores. Luján, Mendoza. Argentina- Pp.153-165.

PLENCOVICH, C. (2015). Jornadas de reflexión sobre el diseño curricular universitario. Facultad de Agronomía. UNCPBA. Azul. Argentina. 6 de mayo de 2015.

SHÖN, D. (1992) La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño en la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones. Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Ciudad Universitaria, Madrid. Ediciones Paidós Ibérica. S.A. Barcelona, España.

# **Análisis de la correspondencia entre el uso del suelo y la capacidad productiva del mismo en subsectores del centro sudeste de la provincia de Buenos Aires**

*V. Bocchio, S. Mestelan y E. Requesens*

Contribución del Núcleo de Actividades Científicas y Tecnológicas NUCEVA (Núcleo de Estudios Vegetacionales y Agroecológicos de Azul) y de Edafología Agrícola

En los últimos años, la producción agrícola ha sufrido grandes cambios con un sostenido aumento en la producción e intensificación debido al proceso de agriculturización. Este proceso que se produjo a nivel nacional, también repercutió notablemente en la región pampeana (Satorre, 2005). Diversos autores han destacado el elevado consumo y exportación de nutrientes en granos por los cultivos en general, y por el de soja en particular, entre los que se incluyen el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el azufre y el magnesio (Dreccer *et al.*, 2003; Cordone y Martínez, 2004). Los efectos de la soja sobre el suelo incluyen un balance negativo de carbono en el suelo, particularmente bajo labranza convencional, si se suma la escasa reposición de carbono asociada al bajo volumen de su rastrojo (Mestelan *et al.*, 2008).

El impacto del proceso de agriculturización no ha sido homogéneo en la región pampeana debido a los diversos patrones de expansión e intensificación de dichas actividades y la susceptibilidad ambiental que presentan características particulares en las distintas subregiones (Viglizzo y Jobbágy, 2010). A su vez, dentro de esta heterogeneidad, prevalece una diversidad considerable de situaciones productivas, pudiendo estar asociada la misma a la variabilidad natural de los suelos (Lavado, 2006). Frente a ello, es importante considerar que el uso del suelo adoptado tiene un impacto sobre la capacidad natural productiva del suelo comprometiendo la sustentabilidad de los agroecosistemas.

En este contexto, se analizó la correspondencia entre el uso del suelo y la capacidad productiva del mismo para un sector del centro sud-este de la provincia de Buenos Aires constituido por los lotes agropecuarios situados sobre ambos márgenes de la ruta nacional N° 226. El estudio inicia en el cruce con el acceso hacia la VI Brigada Aérea en el partido de Tandil (37°17' 50.65''S - 59°11' 1.04'' O) y finaliza en el cruce con la ruta nacional N° 3 en el partido de Azul (36° 50' 57.71'' S - 59°53' 53.92'' O), abarcando una longitud de 80 km. A su vez, dentro de este sector de observación, se identificaron tres subsectores con relieve y suelos dominantes contrastantes, los cuales son descriptos en la Tabla 1.

A fin de relevar el uso del suelo en el área de estudio, durante la segunda semana de marzo y de septiembre de 2016, 2017 y 2018 se registró visualmente la ocupación de los lotes y se los marcó en una plantilla de Google Earth Pro. Previa transformación de

datos en Global Mapper 15, se trasladó el relevamiento de los lotes en forma georeferenciada al programa Autodesk Autocad (versión 2013). A este programa se superpuso georeferenciadamente la información de los mapas de suelos de la provincia de Buenos Aires escala 1:50000 (INTA, 1990). Con la finalidad de cuantificar la aptitud potencial de uso de los suelos, se utilizó el valor declarado en el mapa de suelos para cada componente taxonómico de índice de Productividad (IP) para calcular el índice de productividad ponderado (IPP) de las unidades cartográficas presentes en los lotes (Tabla 1), considerando para ello el IP de los suelos junto con contribución areal dentro de la unidad de mapeo.

La determinación del IP tiene como objetivo establecer una valoración numérica de la capacidad productiva de un suelo y se calcula a partir de una fórmula que toma elementos de la morfología y la química del suelo, del relieve y del clima del lugar donde el mismo se encuentra. Cuando el IP arroja valores menores a 29 se descarta el uso agrícola del suelo y pueden tener lugar ganadería, forestación o actividades recreativas. Entre 30 y 49 se acepta uso ganadero por sobre el agrícola. Entre 50 y 69 el uso puede ser agrícola y ganadero, imponiendo el suelo (y/o el clima) alguna restricción para el desarrollo de los cultivos. Finalmente, se llega a un uso agrícola intensivo con IPs de 70 o superiores.

Tabla 1: Descripción de los subsectores identificados del área de estudio

Rasgos descriptivos	Subsector 1	Subsector 2	Subsector 3
<b>Coordenadas geográficas</b>	Inicio: 37°17'50.65''S-59°11'1.04''O Final: 37°14'28.79''S-59°18'47.02''O	Inicio: 37°6'39.71''S-59°29'55.08''O Final: 37°0'42.78''S-59°38'15.23''O	Inicio: 36°56'6.67''S-59°46'58.41''O Final: 36°50'57.71''S-59°53'53.92''O
<b>Superficie relevada por uso del suelo (has)</b>	2404.6	2780.8	2566.8
<b>Relieve</b>	Lomadas eólicas - Fuerte a moderadamente ondulado	Planicies y llanuras eólicas en intergrado con planicies de inundación	Planicies eólicas con manifestación de sistemas de acumulación-deflación
<b>Limitaciones frecuentes</b>	Suelos someros por roca y horizonte petrocálcico (tosca)	Suelos con hidromorfismo y alcalinidad variables; riesgo de inundación en las zonas de la planicie de inundación.	Suelos con hidromorfismo y alcalinidad variables; suelos someros por tosca.
<b>IPP* (rango)</b>	63.7 (68.0-22.1)	60.54 (85.5-9.0)	37.7 (59.9-11.7)

\*: IPP: Índice de productividad ponderado para las unidades cartográficas que componen los lotes.

A partir del cálculo del IPP se observó que los subsectores 1 y 2 presentaron suelos con limitaciones de similar intensidad, admitiendo uso agrícola y ganadero, y se observaron suelos con menor aptitud para los lotes que comprendían el subsector 3.

En cuanto al relevamiento de los usos del suelo, se observó que el subsector 1 posee el mayor porcentaje de agricultura y el menor porcentaje del área cultivada con soja (Tabla 2). Esto podría deberse a la dominancia de valores de IPP medios del subsector (Tabla 1) y probablemente también con decisiones empresariales de diversificación de las actividades agrícolas. En este subsector se observaron cultivos de papa, girasol y colza, junto con maíz, sorgo y avena (cultivos dedicados a ganadería de engorde fundamentalmente; datos no mostrados).

Tabla 2: Ocupación relativa de la agricultura en general y participación de la soja como componente agrícola en cada subsector del área de estudio.

<b>Actividades productivas</b>	<b>Subsector 1</b>	<b>Subsector 2</b>	<b>Subsector 3</b>
<b>Agricultura (% del área relevada)</b>	85,1	79,6	73,6
<b>Soja (% del área relevada)</b>	52,3	67,6	71,4
<b>Soja temprana (has) / Soja tardía (has)</b>	20,3	13,9	0,9
<b>Suelos de aptitud media agrícola con soja</b>	95,5	12,1	40,9
<b>Suelos de aptitud alta agrícola con soja</b>	0	73,5	0

El subsector 3 presentó el menor porcentaje de agricultura pero a su vez la mayor ocupación del suelo con cultivo de soja en comparación con los subsectores 1 y 2. A su vez presentó los suelos de menor aptitud agrícola con un IPP de 37.7 promedio y la relación soja temprana (de primera) / soja tardía (de segunda) más estrecha. Ello sugiere una mayor presión de uso de la tierra al aparecer la soja en doble cultivo con mucho más frecuencia que en los restantes subsectores. Lo mencionado anteriormente podría acarrear algún tipo de deterioro en propiedades edáficas como el contenido de C orgánico (materia orgánica), la estabilidad estructural y el balance de cationes en el suelo. En este sentido, ya ha sido evidenciada una caída de los niveles de C orgánico del suelo en muestras del centro bonaerense al comparar los valores de los períodos 1993-97 y 2008-12 (Pazos y Mestelan, 2002; Almirón *et al.*, 2012; Ramaglio *et al.*, 2013).

Por su parte, el subsector 2 representó una situación intermedia en cuanto a los usos observados, encontrándose ganadería de cría (pastizal y pasturas) en los suelos de muy baja a baja capacidad productiva, ubicados en planicies de inundación de arroyos que surcan el área. No obstante representó el subsector con mayor contenido de suelos de alta aptitud agrícola lo cual explicaría el valor elevado de suelo dedicado a prácticas agrícolas, especialmente asociado al cultivo de soja.

Se concluye entonces que los subsectores 1 y 2 analizados tienen una tendencia a corresponder el tipo de uso del suelo adoptado por el productor con la capacidad productiva del mismo. Esto no fue así con el subsector 3 ya que el uso observado

excedería los límites ambientales. En este último subsector el impacto ambiental podría comprometer la conservación de los suelos y la sustentabilidad de los agroecosistemas en ellos desarrollados.

## Bibliografía

- ALMIRON, A., RAMAGLIO, J.C., MESTELAN, S.A. y V. NARVAJA. (2012). Transformaciones de los sistemas productivos de la región centro bonaerense reflejadas por análisis de suelos. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. ISBN 978-987-1829-11-8 (Versión CD-Rom).
- CORDONE, G. y MARTÍNEZ, F. (2004). El monocultivo de soja y el déficit de nitrógeno. En: EEA Oliveros-INTA. Soja: campaña 2003/2004. Publicaciones Regionales, Para Mejorar la Producción 27, p. 76-79.
- DRECCER, M., RUIZ, R., MADDONNI, G. y SATORRE, E. (2003) Bases ecofisiológicas de la nutrición en los cultivos de grano. Capítulo 18. En Satorre, E.; R. Benech Arnold, G. Slafer, E. De la Fuente, D. Miralles, M. Otegui. y R. Savin (Eds.). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo, Editorial Facultad de Agronomía. 767 pp.
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) (1990). Mapas de suelo de la Provincia de Buenos Aires, escala 1:50000.
- LAVADO, R. S. (2006) La Región Pampeana: historia, características y usos de suelos. Cap. 1. En Materia orgánica: valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos/coordinado por Roberto Álvarez-1° ed. –Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. 256 pp
- MESTELAN, S., SMECK, N.E., DICK, W.A. y DURKALSKI, J.T. (2008) *Long term effect of tillage and crop rotations on soil organic carbon distribution and storage in a heavy-textured, poorly drained soil*. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Potrero de los Funes, San Luis, Mayo 13 al 16.
- PAZOS, S. y MESTELAN, S.A. (2002) Impacto del cambio en los sistemas productivos sobre algunas propiedades edáficas. Centro de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de Informaciones Agronómicas del Cono Sur, Número 14: 8-10. ISSN: 1666-7115.
- RAMAGLIO, J.C., LARA, B. y MESTELAN, S.A. (2013) Avance de la agriculturización en el partido de Azul (Bs. As.). Indicadores que muestran el deterioro de algunas propiedades del recurso suelo. VIII Jornadas interdisciplinarias de estudios agrarios y agroindustriales, Buenos Aires. Exposición oral y publicada en CD. ISSN 1851-3794.
- SATORRE, E. (2005) Cambios tecnológicos en la agricultura actual. En Oesterheld, M. (Ed.), La transformación de la agricultura argentina, Ciencia Hoy, 24-31.

VIGLIZZO, E. y JOBBÁGY, E. (2010) Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológicoambiental. Ediciones INTA, Buenos Aires. 102 pp.

*Este aporte es un extracto de trabajo publicado en las II Jornadas Nacionales y I Jornadas Internacionales de Ambiente desarrolladas en la Facultad de Ciencias Humanas de la UNCPBA en 2016.*