



Caracterización del suelo del predio de la Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul

Autores alumnos: Fernández Benson Pilar; Fogo Octavio; Olivera Ignacio; Retana Franco; Selaya Joaquín; Toranza Kevin.

Profesores: Lic. Sabrina Dubny; Téc. Rodolfo Merendino.

Tutor: Ing. Agrónomo Alberto Sfeir.

Escuela de Educación Secundaria Agraria DIPREGEP N° 8115

Directora: Silvia Benson

Rivadavia 826, Azul, Provincia de Buenos Aires.

Teléfono: 02281- 42-9559. Mail: escuelaagrariadeazul@gmail.com

Resumen

A través de una recopilación bibliográfica y observación en campo, se distinguieron distintos tipos de suelos del predio (53 hectáreas) de la Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul (EESAA, cuyo edificio se encuentra en construcción) localizado al norte de la ciudad de Azul. Se estudiaron los suelos que se encuentran en el predio de EESAA. Esto permite aprovechar cada sector del predio en función de las cualidades o limitaciones de cada suelo presente y potenciar las distintas actividades productivas curriculares y pedagógicas que se requiere desarrollar.

También se estudió un escenario hipotético sobre las posibles contaminaciones que podría haber sufrido el suelo en función de la disposición final de residuos urbanos que sufrió en forma temporaria durante el año 2015, ya que en el predio se acopiaron los residuos sólidos urbanos de la ciudad.

Se analizaron y se plantean diferentes medidas de remediación de los suelos posiblemente contaminados. Además se consideraron potenciales técnicas de restauración en la zona de la tosquera. Este estudio permite disponer de un conjunto de herramientas para proponer una gestión para el manejo sustentable del suelo.



Introducción

El partido de Azul se encuentra ubicado en el centro geográfico de la provincia de Buenos Aires, en la Pampa Húmeda Argentina sobre 136 msnm aproximadamente. Cuenta con un territorio de 6.615 km², lindando con los partidos de Las Flores, Rauch, Tandil, Benito Juárez, Olavarría y Tapalqué.

La localidad de Azul es la ciudad cabecera del partido. Posee 58.097 habitantes (INDEC, 2010) distribuidos en aproximadamente 100 km². Constituye un área mixta que contiene sectores correspondientes a la Pampa Deprimida (9,7 millones de hectáreas) hacia el norte donde el relieve es sumamente llano, y sectores correspondientes al sistema de Tandilia hacia el sur. Las características agroecológicas y productivas de cada sector descritas por Requesens (2011) diferencian dos zonas, una con predominancia agrícola hacia el sur y otra con predominancia ganadera hacia el norte (Figura 1, tomado de Piscitelli y Sfeir, 2004). Existe una tendencia de incremento de la superficie sembrada. Y la expansión agrícola se manifiesta también en las tierras planas y anegables que ocupan el norte del partido, aunque con mucha menor frecuencia por la limitada disponibilidad de suelos aptos para cultivos (Vazquez *et al.*, 2016). En el periodo comprendido entre los años 1997 y 2002 aumentó en un 140 % la superficie dedicada al cultivo de grano, especialmente de la soja y el trigo (Zárate y Mehl, 2010).

Figura 1. Ambientes físico-geográficos del Partido de Azul.

AMBIENTES FISICO -GEOGRAFICOS



En la figura 1 se observa los distintos ambientes físico-geográficos del Partido de Azul. La zona de estudio se encuentra entre los ambientes planicie de derrames y llanuras aluviales (Piscitelli y Sfeir, 2004).

Un suelo es considerado anegado cuando la fracción de agua disponible en las capas superficiales supera en un 20 % a la capacidad máxima de retención (capacidad de campo) y, como resultado de esto, se comienza a limitar la difusión de gases en el suelo (De San Celedonio *et al.*, 2014). Los



períodos de lluvia intensa y prolongada, sumados a un pobre drenaje del suelo, originan un inadecuado suministro de oxígeno y propician la acumulación de otros gases.

El edificio de la Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul (EESAA) con formación técnica agropecuaria se encuentra actualmente en construcción. El predio (Figura 2) se ubica en la prolongación de la Avenida Mújica, Paraje La Pequeña (Partido de Azul) y consta de 53 hectáreas (ha). Allí se están construyendo los siguientes entornos productivos (formativos) para pollos parrilleros, chanchos, conejos y gallinas ponedoras (que componen el área de granja). Además, un invernáculo y un molino para abastecer de agua a los mismos. Las formaciones educativas se realizan a través del uso de los entornos que corresponden a las áreas de granja, cereales y oleaginosas. Existe un sector de montes frutales, y parcelas donde se desarrollan muestras de distintos cultivos.

Figura 2. Predio de la Escuela de Educación Secundaria de Azul.



En octubre de 2015, se produjo el depósito temporario de la basura recolectada de toda la ciudad en parte del predio de la escuela en construcción. En la figura 3 se observan esos residuos sólidos urbanos depositados en la zona de las cavas del predio de la escuela (Foto: Diario El Tiempo, 14 de octubre de 2015).

Figura 3. Residuos sólidos urbanos recolectados de la ciudad de Azul y depositados en el predio de EESAA.





El depósito de los residuos sólidos urbanos sin los controles para evitar la afectación del suelo produce un impacto negativo. Lo mismo sucede con la excavación y remoción de los suelos que pueden causar daños ambientales y en casos extremos, destruir el ecosistema. Para revertir esa situación, existen técnicas de remediación para la recuperación de suelos. En el predio, existe un sector de extracción de tosca que se utiliza para consolidar los caminos internos y vecinales. A lo largo del tiempo se fue generando un pozo debido a las sucesivas extracciones y decapitaciones (tosquera).

Los objetivos del presente trabajo son determinar los posibles usos de los distintos suelos presentes en el predio de la EESAA, en base a sus cualidades y limitaciones, para el desarrollo de las actividades prácticas y pedagógicas. Conocer el recurso suelo y el estado en el que se encuentra, permite saber qué sucedería en caso que alguna actividad pudiera afectarlo. Por ello, en función de la disposición de residuos sólidos urbanos que sufrió años atrás, determinar cuáles son las consecuencias y cuáles serían las técnicas de remediación posibles. Esto también es válido para la tosquera que es un sector del predio no aprovechable, y en donde se depositaron los residuos.

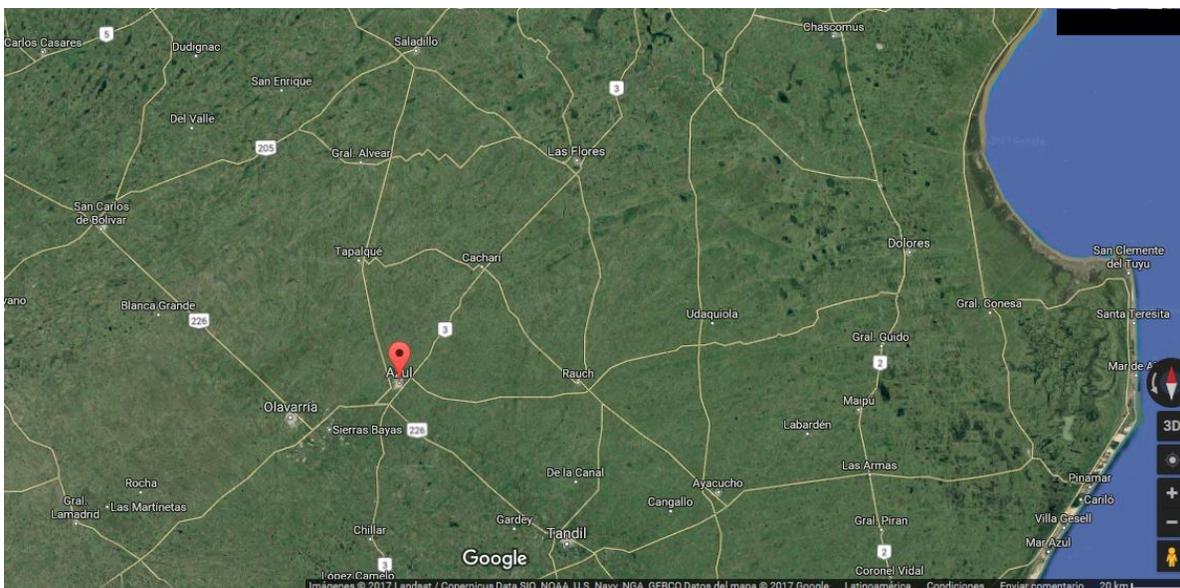
Materiales y métodos

La investigación del presente trabajo se ha sustentado en la recopilación bibliográfica sobre los suelos del partido de Azul y mapas de suelos de la zona de estudio. El trabajo de campo consistió en las visitas al predio de la escuela en construcción donde se reconocieron los distintos sectores que forman parte del terreno. También se realizó la indagación bibliográfica sobre la temática de contaminación por residuos sólidos urbanos, degradación del suelo y técnicas de remediación.

Área de estudio

En la figura 4 se observa la ubicación del Partido de Azul en la provincia de Buenos Aires. A partir del análisis de la carta de suelos 3760-16-1 escala 1:50000 tomado de la Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la página de internet del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2017a) (Figura 5), se distinguen los complejos que forman parte de la zona de estudio (predio de EESAA - figura 6), donde se realizó superposición con imágenes de Google Earth.

Figura 4. Imagen de la ubicación de la ciudad de Azul. Tomado de Google Earth.



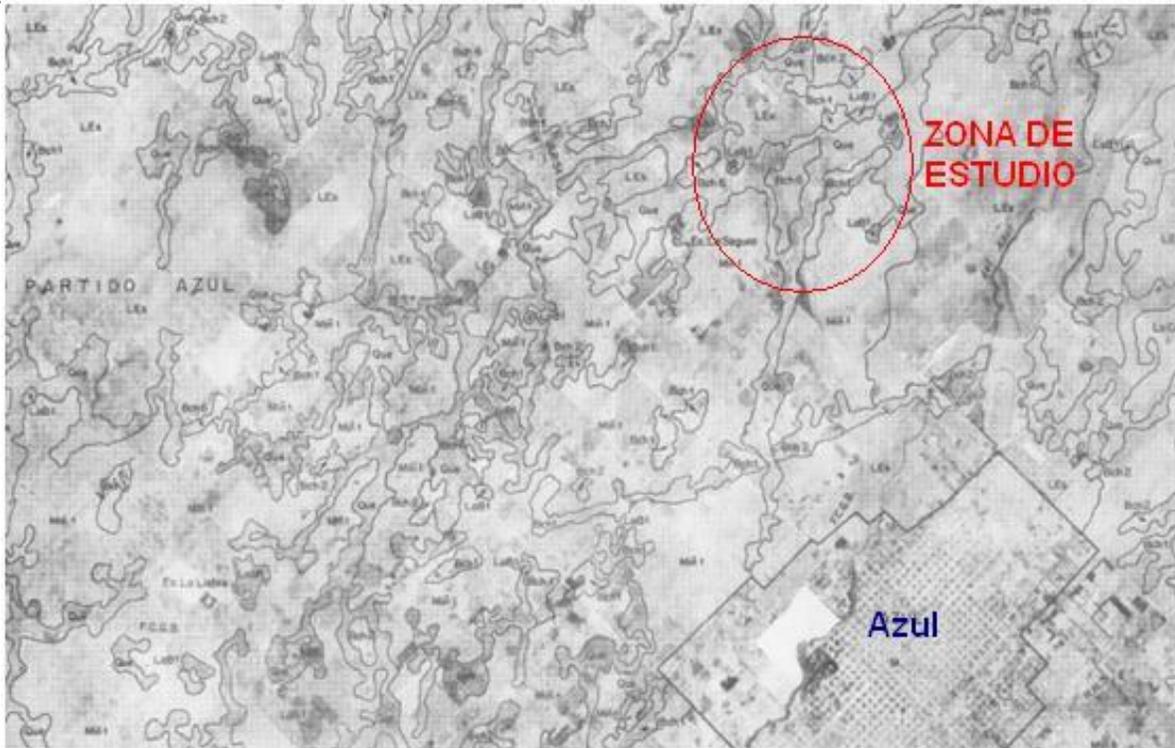


Figura 5. Zona de estudio en la carta de suelos 3760-16-1 Azul.
Figura 6. Superposición de imágenes de la zona de estudio.





Los complejos que forman los suelos del predio de la escuela en construcción son: BCh1, BCh6, LaB1, Les, Que, Miñ1. Estos complejos están formados por las series que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Series que componen los complejos del suelo del predio de la Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul (tomado de INTA, 2017b).

Símbolo	Composición de la Unidad
BCh1	Complejo serie Blanca Chica (45 %), La Nueva Esperanza (35 %) y La Delicia (20 %)
BCh6	Complejo series Blanca Chica (50 %), La Nueva Esperanza (30 %) y Sierra Chica (20 %)
LaB1	Complejo series Estancia Aldecoa (40 %), La Escocia (30 %) y Napaleufú (30 %)
LEs	Complejo series La Escocia (40 %), Miñana (40 %) y La Delicia (20 %)
Que	Complejo series Querandíes (70 %), Miñana (20 %), Napaleufú (5 %) y Estancia Aldecoa (5 %)

En base a las series mayoritarias de cada complejo y de la tabla 2 donde se muestra la clasificación taxonómica de los suelos de la hoja 3760-16-1 (Azul), las series de cada complejo corresponden a los siguientes “Grandes Grupos”.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de los Suelos de la hoja 3760-16-1 AZUL.

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Serie
Molisol	Udol	Argiudol	ácuico (IHDK)	Estancia Aldecoa
		Hapludol	thapto argíco	Blanca Chica
		Natrudol	típico (IHDT)	La Nueva Esperanza
			petrocálcico (IHAA)	Sierra Chica La Escocia
	Albol	Argialbol	argiácuico (IABD)	Napaleufú
	Acuol	Natracuol	vértico (IBCA)	Querandíes
	Alfisol	Acualf	Natracualf	petrocálcico (IHAA)



Clima de la zona de estudio

El clima se caracteriza por ser subhúmedo-húmedo (mesotermal), con poca o nula deficiencia de agua. Según los registros de la estación Azul del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la precipitación media anual para el período 1901-2012 es de 914 mm (Zabala *et al.*, 2015). La temperatura media anual para el período 1966-2011 es de 14,4 °C.

Resultados

A partir de la clasificación taxonómica de suelos, se distinguen dos órdenes: Molisol y Alfisol.

El orden Molisol abarca gran superficie de la Provincia de Buenos Aires, donde el loess es el material originario predominante. Dicho orden presenta suelos con un horizonte superficial de color muy oscuro, por ser rico en materia orgánica (epipedón mólico) y fértil, debido a que tienen moderada a alta capacidad de intercambio catiónico, y su espesor alcanza más de 25 cm. Estos suelos contienen menos de 30 % de arcilla en los primeros 50 cm del suelo. Por debajo pueden encontrarse horizontes de acumulación de carbonatos y/o de arcilla. La vegetación que predomina en estos suelos es la de pradera.

Dentro de este orden, se encuentra el suborden Udol, que abarca suelos que se desarrollan en ambientes húmedos bien drenados. Se presentan en las zonas altas donde el relieve es ondulado o suavemente ondulado. Este suborden contiene a su vez, al gran grupo Argiudol y también al gran grupo Natrudol (se caracteriza por ser sódico en el horizonte B y posee buen drenaje).

El gran grupo Argiudol es producto de la acción del clima húmedo o subhúmedo sobre materiales loésicos, en posiciones bien drenadas. Poseen un horizonte de acumulación, con alto porcentaje de arcilla, denominado argílico. Este porcentaje decrece rápidamente con la profundidad. La sucesión de horizontes (A1-B1-B2t-B3-C) se encuentra bien expresada. Los dos rasgos distintivos son el enriquecimiento de materia orgánica en el horizonte A y el incremento de arcilla en el B2t.

Dentro del gran grupo Argiudol se encuentra en la zona el subgrupo típico, que corresponde a los suelos en los que se desarrolla la mayor parte de la actividad agrícola en la provincia de Buenos Aires. Son suelos profundos y presentan escasas evidencias de exceso de humedad en su perfil. Su relieve es normal, presenta buen escurrimiento y permeabilidad moderada. En algunas regiones pueden sufrir erosión hídrica.

Otro subgrupo presente es el ácuico, que presenta el nivel freático cercano a la superficie, es decir, no posee buen drenaje. El perfil de suelo al estar saturado presenta rasgos de hidromorfismo (el color de los horizontes es gris, azulado o verdoso, con presencia de concreciones de hierro y manganeso, y de moteados).

Otro suborden presente es el Albol. Son suelos ubicados en posiciones intermedias bajas, vinculados a la periferia de los ambientes bajos.

Otro suborden presente es el Acuol, ubicados en terrenos planos y bajos. El nivel freático se encuentra alto, afectando al perfil durante períodos prolongados. Por ello, presentan colores neutros, en ocasiones verdosos y moteados fuertemente contrastantes debajo del epipedón oscuro. Dentro del suborden Acuol, se encuentra el gran grupo Natracuol, abundantes en la Pampa Deprimida. Los perfiles más característicos tienen un horizonte superficial neutro o ligeramente



alcalino, de menos de 20 cm de espesor, con estructura granular o en bloques, al que le sigue el horizonte nátrico (con más del 15 % de sodio intercambiable), columnar, de 40 cm. Los horizontes B3 y C tienen casi siempre abundantes concreciones de carbonato de calcio y, en varios sectores, hay tosca en plancha a menos de 50 cm de profundidad. A pesar de las limitaciones por el tenor nocivo de sodio, el hidromorfismo y, a veces, la escasa profundidad, estos suelos tienen un horizonte superficial adecuado que los hace algo aptos para algunas prácticas agrícolas.

También, se encuentra el suborden Albol. Los suelos de éste presentan un horizonte álbico que se caracteriza por presentar pérdidas por lixiviado de arcilla y óxidos de hierro libres. Por lo tanto, son de colores más claros (su símbolo actual es E). Además contienen una capa de agua que afecta estacionalmente el perfil, manteniéndose saturados por periodos más o menos prolongados. Por debajo del horizonte álbico aparece comúnmente un horizonte argílico (Argialbol) o uno nátrico (Natrалbol). El gran grupo Argialbol presenta el subgrupo argiácuico, que se desarrolla en sectores más deprimidos, donde el material originario es algo más fino.

El orden Alfisol presenta evidencias de traslocación de arcilla y se acumula en un horizonte iluvial. Son frecuentes en sectores bajos que están sometidos a inundaciones periódicas o anegamientos. Estos fenómenos producen una acumulación de sales de sodio en superficie, las cuales impiden el desarrollo de un epipedón mólico. Estas condiciones se dan principalmente en la Pampa Deprimida, y localmente, se registran en áreas deprimidas pequeñas o en microrrelieves cóncavos.

Dentro del orden Alfisol, el suborden Acualf es el más frecuente. Presentan régimen de humedad ácuico (saturación). En algunos, el agua freática se encuentra frecuentemente muy cercana a la superficie, y en cambio, en otros, por debajo del horizonte de acumulación de arcilla. En otros casos, los horizontes del perfil son de baja conductividad hidráulica y esto impide el movimiento de la misma hacia capas profundas (saturación del suelo). Dentro de este suborden se encuentra el gran grupo Natracualf, donde el perfil muestra un horizonte superficial muy delgado (menos de 10 cm), desprovisto de materia orgánica (horizonte ócrico). El horizonte Bt es espeso y oscuro (debido a la presencia de barnices arcillo-húmicos, por dispersión). Los horizontes BC y C son también sódicos y contienen abundante carbonato en concreciones. Presentan problemas de alcalinidad, anegamiento y toxicidad, lo cual determina que tengan serias limitaciones que restringen su uso agrícola.

Características generales de las principales series presentes (Predio EESAA)

Aquí se detallarán las características de los suelos presentes en el sector donde se encuentra el predio de la escuela.

Serie Blanca Chica (Hapludol thapto árgico). Son suelos con horizonte superficial muy oscuro (mólico), el perfil es profundo, se encuentran en lomas aisladas con pendientes de 1 a 3 %, adyacentes a cubetas y arroyos, son bien a moderadamente bien drenados. Están desarrollados sobre sedimentos loésicos franco arenosos finos, con moderado grado de desarrollo, no alcalinos, no salinos. Poseen aptitud agrícola.

Serie La Escocia (Natrudol petrocálcico). Son suelos desarrollados sobre sedimentos loésicos finos, con horizonte superficial mólico, de color gris muy oscuro, moderadamente profundo, el perfil es alcalino después de los 42 cm, algo pobremente drenado, no salinos. Se encuentran en posición de bajo tendido (relieve subnormal) en la zona de derrames de tosca generalizada, con pendientes de 0 a 1 %. Posee aptitud ganadera.



Serie Querandíes (Natracuol típico). Los suelos Querandíes son suelos muy oscuros, de aptitud ganadera, que se encuentran en las vías de escurrimiento sin cauce elaborado, de pobre a algo pobremente drenados, desarrollados sobre sedimentos loésicos, con alcalinidad sódica, débilmente salinos, con pendientes de 0,5 a 1 %.

Serie Miñana (Natracualf petrocálcico). Corresponde a un suelo formado por sedimentos limosos finos, presenta un horizonte superficial ócrico, pardo oscuro, moderadamente profundo, el perfil es fuertemente alcalino (sódico) desde la superficie, y débilmente salino, y pobremente drenado. Se encuentra en un paisaje de planicies bajas en la zona de los derrames con tosca generalizada, en posición de tendidos bajos, con pendientes de 0 a 1 %. Posee aptitud ganadera un poco más limitada.

Serie Sierra Chica (Natrudol petrocálcico). Son oscuros debido a la presencia de materia orgánica, poco profundos y con aptitud ganadera. Se encuentran en un paisaje llano, con transición al sector de derrame con tosca generalizada en posición de lomas pequeñas, y con pendientes de 0,5 a 1 %. Son moderadamente bien drenados y desarrollados sobre sedimentos loésicos finos. Se apoyan sobre la tosca con moderado grado de desarrollo y son alcalino sódicos después de los 33 cm, no salinos.

Suelos con menor representatividad:

Serie Estancia Aldecoa (Argjudol ácuico). Se encuentran en un paisaje de bajos elongados entre lomas, con pendientes de 0 a 0,5 %, formado por sedimentos loésicos. Son algo pobremente drenados, no alcalinos, no sódicos. Son suelos profundos, con horizonte superficial muy oscuro (mólico). Poseen aptitud agrícola.

Serie La Nueva Esperanza (Natrudol típico). Se encuentran en un paisaje de lomas bajas, con pendientes de 0,5 a 1 %, en posición media loma baja, formados sobre sedimentos loésicos y costra calcárea. Son suelos profundos, con horizonte superficial negro a pardo oscuro (mólico), algo pobremente drenados, alcalinos sódicos desde los 25 cm de profundidad, no salinos. Poseen aptitud agrícola ganadera.

Usos posibles de los suelos en el predio EESAA

Predominan suelos con aptitud ganadera, en los sectores de mejor drenaje se encuentran los suelos de aptitud agrícola o agrícola-ganadera.

Residuos y técnicas de remediación

Los residuos sólidos urbanos están compuestos de restos orgánicos (fracción mayoritaria), vidrio, papel, cartón, plásticos, textiles, metales, madera, escombros, pilas, medicamentos, residuos de material electrónico, lámparas fluorescentes y bombillas de bajo consumo, etc. Algunos de estos residuos aportan sustancias tóxicas que llegan a los suelos y pueden afectar a las aguas subterráneas por percolación o llegar a cuerpos de agua superficiales por escorrentía y lixiviación. La presencia de aceites y grasas (derivados de petróleo), metales pesados y ácidos, entre otros residuos contaminantes, altera las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos. También existe la contaminación microbiológica a partir de organismos anaerobios.



A partir de la disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Azul en el predio de EESAA durante un periodo en octubre de 2015, se plantearon las siguientes medidas de remediación, que pueden ser útiles para cualquier tipo de suelo.

Un tratamiento de recuperación, denominado biorremediación, degrada contaminantes orgánicos o disminuye la toxicidad de otros contaminantes inorgánicos como metales tóxicos a través de la actividad biológica natural. Para que estos tratamientos de biorrecuperación de suelos sean efectivos hay que tener en cuenta algunos factores biológicos, como la existencia de poblaciones microbianas susceptibles de transformar los contaminantes, la presencia de nutrientes y oxígeno, y también de factores ambientales como el tipo de suelo, la temperatura y el pH.

La biorremediación es una técnica recomendable debido a su bajo impacto al medio ambiente y producción mínima de residuos. El proceso está basado en la capacidad que presentan determinados microorganismos para eliminar del medio o degradar enzimáticamente varios compuestos tóxicos y peligrosos. Uno de los más importantes aspectos de esta técnica es su bajo costo.

Otra técnica es la fitorremediación, basada en el empleo de plantas para disminuir la contaminación de ciertos tóxicos que están en el medio ambiente. Algunas plantas tienen la capacidad de concentrar metales en sus tejidos y en algunos casos son capaces de capturar y degradar plaguicidas, explosivos o hidrocarburos presentes en los suelos y/o aguas subterráneas, ya sea por sí mismas o por la acción de las bacterias que viven en sus raíces. Además, contribuyen a reducir la acción del viento y la lluvia sobre las zonas contaminadas, por lo que evitan que la contaminación se extienda a otras zonas. Esta técnica es eficaz en aquellos lugares en los que la concentración de contaminantes es reducida. Gracias al sistema de captación de nutrientes de las plantas, éstas pueden extraer del subsuelo los contaminantes que se introducen en sus tejidos junto al agua y las sales necesarias para el desarrollo de los vegetales.

Una técnica de remediación *in situ* es el lavado con agua. Consiste en inyectar, mediante un sistema de rociadores o pozos de inyección, agua limpia por encima de la zona contaminada. De esta forma el agua se infiltra a través del suelo contaminado y lo va lavando. Para que pueda realizarse es necesario que el suelo sea permeable y tener la garantía de que no se produce migración de contaminantes a aguas subterráneas. La ventaja que presentan los tratamientos biológicos *in situ* frente a los *ex situ* es que el suelo tratado no tiene que ser excavado ni transportado, por lo que los costos se abaratan.

Tosquera y técnicas de remediación

La altura del nivel freático es un condicionante importante para adoptar alguna medida de remediación. Si el nivel freático está muy cerca de la superficie del suelo, las posibles acciones de remediación sobre la tosquera son la reserva de flora y fauna acuática, la piscicultura o el uso recreativo. También pueden utilizarse como reserva de agua para riego para las distintas actividades de agricultura que se realicen en la escuela, o como reserva de agua de bebida para consumo animal que formen parte de los entornos productivos. Estas últimas dos opciones son beneficiosas en periodos de sequía.

Se puede considerar la replantación de especies nativas. Tanto la plantación de especies arbustivas nativas como los procesos de revegetación natural tienden a aumentar la biodiversidad vegetal del



sitio donde se encuentra la tosquera. Es de esperar que en el mediano plazo se comience la dispersión natural de semillas hacia otras áreas. Además, estos sitios restaurados volverán a comportarse como hábitat de la fauna silvestre menor, convirtiéndose en potenciales sitios de nidación de aves u otros animales.

Otra opción es rellenar en su parte más profunda con escombros, para luego completar el relleno con sustratos a base de materiales compostados (realizados a través de distintas actividades pedagógicas en la misma institución).

Discusión

Riesgo de contaminación

La actividad agrícola, industrial y otras actividades producen grandes cantidades de desechos, muchos de los cuales van a parar al suelo, el cual actúa como medio receptor. La aportación de elementos extraños al suelo, o en cantidades superiores a las que éste puede asimilar, produce efectos que se traducen en alteraciones de la capacidad de su uso primario (soporte y fuente de nutrientes para las plantas y para la producción de biomasa), afectando la calidad del mismo y su productividad (López Falcón, 2002).

La contaminación del suelo consiste en la degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo como consecuencia de la acumulación de sustancias tóxicas en unas concentraciones que superan el poder de amortiguación natural del suelo y que modifican negativamente sus propiedades.

Es muy importante la conservación del suelo ya que tarda en formarse miles y miles de años. Se considera un recurso no renovable debido a que en toda nuestra vida sólo veríamos formarse 30 centímetros, que es lo mínimo que se necesita para producir las especies más simples de hortalizas. Por eso hay que protegerlo cuidando la vegetación y los árboles que crecen en él, ya que ellos ayudan a que la acción del sol, los vientos y el agua no lo desgasten y destruyan.

Es importante destacar la importancia de las técnicas de biorremediación o biorrecuperación, que consisten en sistemas de recuperación que degradan, transforman, eliminan o disminuyen la toxicidad de contaminantes orgánicos o inorgánicos a través de la actividad biológica natural de organismos vivos, principalmente microorganismos. Este proceso incluye, además, reacciones de óxido-reducción, procesos de absorción e intercambio iónico, e incluso reacciones de quelación que provocan la inmovilización de metales. Estas técnicas son útiles de aplicar sobre todo en la situación del caso hipotético que los residuos sólidos urbanos de la ciudad que fueron depositados en el predio de la escuela se hubiesen mantenido por más tiempo.

La disposición final de los residuos domiciliarios constituye desde hace tiempo un problema de difícil solución. Es importante destacar la importancia de evitar los rellenos sanitarios en terrenos donde el nivel freático está muy cerca de la superficie debido a que representa una amenaza a la calidad de los recursos hídricos subterráneos (Usunoff *et al.*, 1996). Sin embargo, el depósito se realizó en la zona de la tosquera del predio de EESAA, y generalmente se encuentra anegado.

La mala gestión de los residuos tiene efectos perjudiciales para la salud (por la contaminación ambiental y por la posible transmisión de enfermedades infecciosas vehiculizadas por los roedores



que los habitan). Para revertir la situación de contaminación por residuos sólidos urbanos, se pueden emplear técnicas de remediación que sean de bajo costo y eficaces, sobre todo conociendo que la tasa de formación y regeneración del suelo es más lenta que la de su degradación. La degradación de los suelos es la pérdida de su productividad y utilidad actual o potencial, que implica el desmejoramiento del mismo y de sus funciones de regulación ambiental (Lal, 1998).

Limitaciones de los suelos

En cuanto a la limitación por deficiencias en el drenaje, el anegamiento es la característica más marcada en gran parte de los suelos del predio de la escuela. En los cultivos, el primer síntoma de daño por anegamiento es el cierre estomático. Con el cierre de los estomas, la absorción pasiva de agua por la planta disminuye. El descenso de la transpiración conlleva a un marchitamiento de las hojas y una senescencia precoz que acaba en su caída. Los efectos del exceso de agua en el suelo sobre las plantas varían en función de la especie, la edad de las plantas, la duración de la acción (el encharcamiento prolongado durante un periodo vegetativo suele ser letal), la periodicidad de la acción, y la época del año, siendo mayor la sensibilidad de las plantas durante el periodo vegetativo (Figueroa Schibber, 2011).

Una menor proporción de la superficie del predio que corresponde a zonas altas, presenta suelos con buen contenido de materia orgánica y bien drenados, son de mayor fertilidad y tienen un mayor potencial agropecuario. En cambio, los suelos de zonas bajas del predio, son mal drenados por sufrir la saturación de los poros, algunos también presentan alcalinidad, y esto representa limitaciones para la producción. Estas zonas son las más susceptibles a sufrir anegamientos y/o inundaciones.

Conclusiones

El trabajo permitió el estudio e investigación de las múltiples funciones que lleva a cabo el recurso suelo, y revalorizar la importancia de su conservación. También se ha podido establecer la capacidad productiva de los diferentes suelos presentes en el predio, en base a un análisis referido a las cualidades y limitaciones que éstos presentan.

También permitió evaluar los riesgos potenciales de determinadas actividades contaminantes, y proponer diferentes alternativas de remediación y recuperación del área de tosquera para su futura puesta en valor.

La diversidad de suelos presentes en el predio, requiere la necesidad de ubicar las diferentes producciones en los sectores más adecuados, de acuerdo a la calidad de los mismos.

Agradecimientos

Se agradece a los profesores de la Escuela de Educación Secundaria Agraria de Azul que prestaron sus horas de clases para trabajar en el presente TIS: Yanina Gabrielloni, Rodolfo Merendino, Rosana Migliore, Germán Ramongassie y Yanina Videla.

Bibliografía

De San Celedonio R.P., Micheloud J.R., Abeledo L.G., Miralles D.J., Slafer G.A. 2014. Riesgo de anegamiento en trigo (*Triticum Aestivum L*) para distintas localidades de la región triguera Argentina. Ciencia del Suelo 32(2): 233-246.



Diario El Tiempo. 2015. Azul, la ciudad con tres basurales municipales a cielo abierto. Publicado el 14 de octubre de 2015.

Figuroa Schibber E. 2011. Comportamiento de la vegetación en planicies inundables: impacto del anegamiento y los cambios en el uso del suelo. Trabajo final para optar al título de Especialista en Teledetección y sistemas de Información Geográfica aplicados al estudio de los Recursos Naturales y la producción agropecuaria. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2010. Censo de población, viviendas y hogares por radios censales para la ciudad de Azul, Buenos Aires. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2017a. Carta de suelos de la República Argentina 3760-16-1 Azul. Disponible en: <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3760/Azul/3760-16-1.htm>. Última fecha de acceso: Septiembre de 2017.

INTA. 2017b. Guía de unidades cartográficas. Hoja 3760-16-1 Azul. Disponible en: http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3760/Azul/guia_unid_cartog.htm. Última fecha de acceso: Septiembre de 2017.

Lal R. 1998. Soil quality and sustainability. In: R. Lal *et al.* (eds.) *Methods for assessment of soil degradation*. Advances in Soil Science. CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA. 17-30 pp.

López Falcón R. 2002. Degradación del suelo. Causas, procesos, evaluación e investigación. 2° edición. CIDIAT. Universidad de Los Andes. Venezuela. 273 pp.

Piscitelli M. y Sfeir A.J. 2004. Fisiografía detallada del Partido de Azul, para el desarrollo de un planteo conservacionista de manejo de suelos (Buenos Aires, Argentina). Segundo Congreso de la Ciencia Cartográfica y IX Semana Nacional de Cartografía. Buenos Aires, 22-25 Junio de 2004.

Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 1989. Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires: Escala 1:50.000. Proyecto PNUD ARG 85/019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIRN - Instituto de Evaluación de Tierras.

Requesens E. 2011. Integración agroecológica del partido de Azul. Capítulo V. En Requesens, E. (coord.) Bases agroambientales para un desarrollo sustentable del partido de Azul. Docuprint S.A., Buenos Aires. 136 pp.

Usunoff E.J., Varni M., Entraigas I., Weinzettel P. 1996. Simulación hidrológica de un relleno sanitario. Actas de las VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. 233-244.

Vazquez P., Zulaica L., Requesens E. 2016. Análisis ambiental de los cambios en el uso de las tierras en el partido de Azul (Buenos Aires, Argentina). *Agriscientia* 33(1): 15-26.

Zabala M.E., Manzano M., Vives L. 2015. The origin of groundwater composition in the Pampeano Aquifer underlying the Del Azul Creek basin, Argentina. *Science of the Total Environment*, 518-519: 168-188.



**ASÍ SON
LOS SUELOS
DE MI PAÍS**



Zárate M. y Mehl A. 2010. Geología y geomorfología de la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina. *I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras Azul, Buenos Aires, Argentina*. Azul, Buenos Aires.