

PROCESOS ANTROPOGENICOS Y BUSQUEDA DE INDICADORES QUE PERMITAN CARACTERIZAR ESCURRIMIENTOS Y CONTAMINACION EN LA CUENCA DEL ARROYO DEL TALA.

Santanatoglia O J, Chagas C I, Massobrio M J, Castiglioni M, Fernandez F¹, Iorio A F de, Quiros R, Rendina A, Bargiela M, Barros J M, Garcia A R², Bujan A,³ Marchetti B⁴, Daniel P⁵, De Pietri D⁶.

Resumen - La cuenca del Arroyo del Tala se encuentra ubicada al NE de la Pcia. de Buenos Aires, Rep. Arg., a 164 km de la Capital Federal, y posee una superficie aproximada de 865 km², ubicándose dentro de cuatro partidos (San Pedro, Ramallo, Pergamino, Bartolomé Mitre). La cuenca bajo estudio se dedica a un uso múltiple de las tierras. los tipos de utilización consisten en áreas de uso ganadero, ganadero agrícola, agrícola ganadero, agrícola y frutihortícola. El Objetivo General es la evaluación de procesos antropogénicos que puedan incidir directamente en distintos efectos, en el escurrimiento y la contaminación ambiental en la cuenca del Arroyo del Tala. Para analizar integradamente las acciones antrópicas sobre el ambiente es necesario desarrollar y aplicar técnicas de identificación de indicadores directos e indirectos que permitan caracterizar dichos procesos. En principio se correlacionaran la información obtenida y a obtenerse dentro de dos microcuencas, en posiciones geomórficas diferenciales que puedan servir como base para modelar el comportamiento hidrológico a nivel de la cuenca del Arroyo del Tala. Con esta información y la elaboración de mapas temáticos dentro de la cuenca se procederá a estratificar las salidas de contaminantes en urbano, periurbano y rural, y se definirán los puntos de muestreo de los escurrimientos y del agua del arroyo. En dichos evacuados se realizarán estudios físicos, químicos, biológicos y de pesticidas que permitirán establecer la procedencia, el grado y momento en que se producen las distintas concentraciones de contaminantes. Paralelamente se estudiará la composición de la comunidad de peces. Con todo ello, se podrá jerarquizar indicadores, metodologías, puntos y épocas de muestreo, que permitan realizar monitoreos continuos asociados a la salud ambiental de la cuenca y definir políticas y/o estrategias de remediación para los procesos de degradación/contaminación.

1 - ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA

En estudios a nivel de cuenca es importante el abordaje de un determinado proceso natural mediante el análisis de cambios de patrones espaciales a diferentes escalas. Según Risser et al (1987), para moverse de un nivel de detalle a otro debe considerarse solo los cambios generados por un fenómeno común. El análisis en una escala de mayor nivel de integración implica una pérdida de detalles, sin embargo en este nivel de análisis se detectan nuevas propiedades emergentes debido al sinergismo entre diferentes factores (Meentemeyer & Box, 1987) lo que lleva a un mejor conocimiento del sistema.

Esta visión relacionada con los procesos hidrológicos y erosivos fue abordada recientemente por el programa de medio ambiente de la Unión Europea, en donde se tuvo en cuenta los cambios espaciales y temporales en el proceso erosivo a distintas escalas (Kirkby et al., 1996).

En las últimas décadas se toma conciencia de las internalidades y externalidades que los procesos de degradación de las tierras, particularmente erosión hídrica en regiones húmedas, provocan en el medio ambiente.

En una cuenca, por lo general coexisten las actividades rurales, urbanas y periurbanas, las que generan residuos contaminantes. En las áreas rurales, ante la aplicación de pesticidas parte de los mismos se fijan en el suelo, (Calvet, 1980), donde con el tiempo pueden ser degradados, otra parte es factible de ser lavada con las lluvias o con el agua de riego, pudiendo infiltrarse en el suelo y llegar inclusive a los acuíferos subterráneos (Jury et al, 1987). Otra parte de los pesticidas puede moverse superficialmente asociada al escurrimiento alcanzando de esta forma arroyos y ríos (Basta et al, 1997). En este último caso, los pesticidas pueden transportarse en forma soluble y/o adsorbidos a los coloides

¹ Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires (FAUBA). Dirección: Av. San Martín 4453.(1417) Capital Federal, Rep. Argentina. Teléfono: (01)524-8092 fax(01) 522-8395

e-mail: postmast@suelos.agro.uba.ar

² Cátedra de Química Analítica. FAUBA.

³ CNEA

⁴ CEA-UBA

⁵ LAQUIGE-CONICET

⁶ Facultad de Ciencias Exactas UBA

orgánicos e inorgánicos que se movilizan por la erosión hídrica. La proporción de plaguicidas que se pueden infiltrar o escurrir, depende del tipo de producto usado (su hidrofiliidad) y de las características del agroecosistema donde los mismos se emplean (Fawcett et al, 1994, Basta et al, 1997). Pero a su vez estos agrosistemas poseen concentraciones poblacionales que son productoras de contaminantes de origen industrial, cloacales y domiciliarios. Estos pueden alcanzar cursos de agua superficial o acuíferos subterráneos a través de diversos mecanismos, algunos de ellos similares a los mencionados en las áreas rurales.

Diversos autores han reconocido la factibilidad de monitorear el nivel de contaminación ambiental a través de bioindicadores (Verrengia Guerrero et al, 1997; De la Torre et al, 1997).

Los ecosistemas acuáticos en su rol de integradores de las actividades desarrolladas en sus cuencas de drenaje podrían actuar como indicadores de la contaminación ambiental. Es por ello que las comunidades de peces resultan una variable adecuada para monitorear el estado del sistema (Leopold, 1994; Likens, 1984; Meffe and Sheldom, 1988; Moss, 1988; Omernik, 1976; Stanford and Covich, 1988; Taylor et al ,1996).

2 - OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 - Objetivo general

Evaluar procesos antropogénicos que puedan incidir en distintos efectos, en el escurrimiento y la contaminación ambiental en la cuenca del arroyo del Tala, Provincia de Buenos Aires.

2.2 - Objetivos específicos

2.2.1 - Categorizar y cartografiar a nivel de cuenca los usos de la tierra (urbano, periurbano y rural) en función de los impactos que generan, considerando la época del año, frecuencia y área de afectación y establecer áreas o puntos de salida de aportes de contaminantes al arroyo del tala

2.2.2 - Establecer las alteraciones físicas, químicas, biológicas y las concentraciones de pesticidas del arroyo del tala en función del uso de la tierra.

2.2.3 - Analizar a nivel de detalle, dos microcuencas representativas de la cuenca del arroyo del Tala en sus aspectos hidrológicos, su dinámica erosiva y de contaminantes, que permitan definir factores para ser extrapolados a nivel de cuenca.

2.2.4. - Identificar indicadores directos e indirectos que reflejen las características de los escurrimientos y contaminantes en el tiempo, dentro de la cuenca del arroyo del Tala .

3 - UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA

La cuenca del arroyo del Tala se encuentra ubicada al NE de la Pcia. de Buenos Aires, a 164 km de la Capital Federal, y posee una superficie aproximada de 865 km². Sus aguas se vierten al río Paraná a través de un afluente, el río Baradero .El clima regional se caracteriza por poseer una temperatura mensual media de 16,9 °C siendo la máxima media anual de 22,8 °C y la mínima media anual de 11,2 °C. la precipitación media anual asciende a 1069 mm , concentrada en el período primavero-estivo-otoñal (serie 1965-1996, EEA INTA San Pedro).

La cuenca en estudio esta ubicada en una región denominada "de los pastizales pampeanos". Las comunidades de esta estepa gramínea actualmente se hallan profundamente alteradas por la actividad agrícola-ganadera y frutihortícola.

Esta cuenca abarca parte de los siguientes partidos: San Pedro, Ramallo, Pergamino y Bartolomé Mitre. La misma posee una longitud de Este a Oeste de 50 km, mientras que el ancho mas importante de norte a sur, se encuentra en el tercio mas occidental con 25 km, mientras el resto de la cuenca tiene un ancho entre los 10 y 15 km. En la cuenca alta , que ocupa el 39 % del total de la superficie, las escasas urbanizaciones presentes (Pérez Millán, La Violeta y Colonia Velaz) se ubican en las posiciones mas positivas y con pendientes muy suaves. Dentro de dicho paisaje, se ubican áreas cóncavas con drenaje muy pobre, encauzándose el agua de escurrimiento a través de zanjones y zanjas hacia la naciente del arroyo del Tala. Hacia el Este del área descripta se desarrolla con mayor energía geomórfica el resto de la cuenca con una superficie aproximada de 538 km². Allí se ubican hacia el limite sur la localidad de Santa Lucía, y el Pueblo Doyle y hacia el extremo Este, la localidad de Río Tala. El uso agropecuario de la tierra es mayormente agrícola ganadero, destacándose en la cuenca baja una utilización intensiva frutihortícola.

El material original en el cual se han formado los suelos de la región es un sedimento fino de carácter loessoides (loess pampeano), de textura franco limosa, constituido por minerales meteorizables que proveen nutrientes para las plantas.

Pueden presentar distintas proporciones de arcilla y limo dando como resultado a los Argiudoles típicos y vérticos. En las áreas bajas, cañadas y planos aluviales de arroyos, se presentan

materiales de carácter aluvional que pueden ser redepositados por las aguas dando origen a suelos hidrohálomórficos con drenaje pobre. En síntesis, en las posiciones positivas de la cuenca han sido cartografiadas las series Ramallo (Argiudol vértico), Río Tala y Portela (Argiudol típico) y Urquiza (Argiudol típico), con sus fases por erosión (Santanatoglia et al. 1996 a y b) , por pendiente y al pie de loma fases por drenaje, mientras que en los planos aluviales dominan los complejos hidrohálomórficos series Los Patricios (Natracuálf mólico) y Santa Lucia (Natracuol típico) (INTA, 1993, Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos FAUBA, 1980). Algunos de estos suelos de amplia difusión en la cuenca (por ejemplo la serie Ramallo) poseen lenta a muy lenta permeabilidad en el horizonte superficial a pesar de no ser sódicos (Chagas et al. 1993a). En profundidad la permeabilidad se reduce aún mas, por la presencia de un horizonte argílico con contenidos de arcilla que superan el 50 % .

4 - DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

4.1 - Determinación del uso de la tierra y estratificación de las salidas de contaminantes.

Se realizará la zonificación del uso de la tierra del área de la cuenca por fotointerpretación para lo cual se utilizarán fotos aéreas en escala 1:20000. Posteriormente se hará la prospección a campo para verificar los límites de las unidades. Los resultados de este análisis se confrontarán con la información proveniente de imágenes satelitales.

Se construirá un modelo continuo de elevación por digitalización de las curvas de nivel a partir de las cartas topográficas en escala 1:50000 (IGM). Con este modelo se generará un mapa de exposición y pendiente.

Se ingresará por digitalización al sistema de información georeferenciado el mapa de suelos en escala 1:50000 (INTA, 1993) y se elaboraran mapas temáticos de riesgo de degradación de las tierras a través de la aplicación de la metodología FAO 1980-1984. La digitalización se realizará en una tableta new sketch 1812 con el soft roots. Se aplicarán diferentes técnicas para el análisis y estadística espacial, tales como clasificación de mapas temáticos, matrices de cruce, índices y correlaciones disponibles en el SOFT IDRISI 4.1.

4.2 - Análisis hidrológico y efectos antrópicos.

Se proseguirá con el análisis del comportamiento hidrológico en una microcuenca representativa de las cuencas de primer orden presentes en la cuenca media del Tala (Chagas et al. 1993a y b , Santanatoglia et al. 1996c, Castiglioni et al. 1998b, Massobrio et al. 1998, Chagas y Stefanich, 1998) y se seleccionará una nueva microcuenca representativa de un sector con mayor geodinámica, en la que se repetirán los análisis y observaciones de la microcuenca anteriormente citada.

Para ello se ubicará en esta nueva microcuenca, un limnógrafo-freatígrafo modelo LE 203 (industria argentina) de lectura continua en la salida de la misma y se instalarán tubos para mediciones con un humidímetro neutrónico Troxler 3300 (perteneciente a la CNEA). Esto se hará con el objeto de registrar mensualmente los balances hídricos en distintas posiciones de la misma, habida cuenta que la humedad antecedente resultó un factor determinante del comportamiento hidrológico de la microcuenca ubicada en la cuenca media del Tala (Chagas et al, 1993b, Santanatoglia et al. 1996c).

Se colocarán baterías de colectores de sedimentos (Brakensiek et al, 1979) en la vaguada principal, y medidores de máximo calado para obtener información de la dinámica de los escurrimientos en distintas posiciones de ambas microcuencas.

Esta información generada se tratará de correlacionar con la obtenida a partir de la aplicación de un modelo distributivo de producción de sedimentos y nutrientes asociados (AGNPS, Young, 1989) con el objeto de poder estimar la cantidad y las características de los sedimentos que se aportarían al arroyo del Tala desde toda la superficie representada por estas dos microcuencas. Este modelo ya ha sido parcialmente aplicado en la microcuenca ubicada en la cuenca media, con resultados promisorios (Santanatoglia et al. 1996a, Castiglioni et al. 1998a). Además, en ambas unidades experimentales se relacionaran precipitaciones y caudal a través de la teoría del hidrograma unitario instantáneo de Nash (Rafael Seoane, comunicación personal) y empleando la metodología del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Kent, 1968, Sheridan, 1994, Yoo et al, 1993, Castiglioni et al. 1998b, Massobrio et al.1998).

Se proseguirá con la medición de pérdida de suelo a partir de partículas marcadas con ⁵⁹Fe y su posterior análisis, en las parcelas que se encuentran ubicadas en diferentes sectores de las laderas de la microcuenca que ya se encuentra en estudio.

A nivel de la cuenca del arroyo del Tala, se colocará un limnógrafo para registrar en forma continua los cambios en la altura de agua y se medirán periódicamente los caudales con el fin de confeccionar una curva altura caudal. Con el registro de los caudales a lo largo del año, se tratará de identificar la estructura y estimar los parámetros de un modelo de simulación hidrológica del proceso de transformación precipitación - caudal con el propósito de incrementar el conocimiento de la distribución

espacial del escurrimiento en esta cuenca (Rafael Seoane, comunicación personal). Este análisis se complementará con la información del comportamiento hidrológico detallado de las dos microcuencas antes mencionadas.

4.3 - Estudios físicos, químicos, biológicos y de pesticidas.

Se continuará el muestreo de agua superficial en zonas representativas predeterminadas, tanto a nivel de las microcuencas como en el cauce principal (Santanatoglia et al. 1997 a y b). En cada punto de muestreo se analizará: oxígeno disuelto, pH, conductividad, temperatura. Las muestras se tomarán por triplicado y se transportarán al laboratorio refrigeradas a 4 °C.

Según normas APHA 1992, para la determinación de NH_4^+ , NO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , fósforo reactivo disuelto, fósforo orgánico disuelto y sustancias húmicas disueltas, las muestras se filtrarán a través de membranas filtrantes de 0,45 μm de diámetro. Fósforo, nitrato, amonio y sulfato se determinarán por espectrofotometría de absorción molecular, calcio, magnesio, carbonato y carbonato ácido por volumetría, sodio y potasio, por fotometría de llama.

Las muestras se fijarán con ácido sulfúrico para la determinación de fósforo total y nitrógeno; el análisis de fósforo total se efectuará por digestión ácida y nitrógeno por el método de Kjeldhal.

Para el análisis de metales pesados las muestras se fijarán con ácido nítrico. la determinación de los mismos se efectuará por espectrofotometría de absorción atómica y/o espectrometría de emisión con plasma de acoplamiento inductivo. Sólidos totales disueltos y sólidos totales en suspensión se analizarán según las normas APHA 1992. se determinarán los metales pesados asociados a los sólidos totales.

Para aislar las sustancias húmicas acuáticas se pondrá a punto la técnica desarrollada por Thurman y Malcolm (1981). Inicialmente las muestras se filtrarán por membranas de 0.45 μm , luego de una acidificación a pH 2 con HCl, la muestra pasará a través de una columna de resina xad-8, durante la cual la sustancia húmica queda adsorbida. se eluye posteriormente con NaOH y se vuelve a acidificar para separar los ácidos húmicos de los fúlvicos .

Los iones metálicos complejados con la materia orgánica se determinarán según la técnica de Sims, Patrick , 1978. Una alícuota se equilibrará con una resina de intercambio catiónico chelex-100, forma sódica (100-200 mesh), la masa a utilizar dependerá del pH de la muestra, se agitará durante 2 horas y luego se centrifugará. otra alícuota de la muestra se equilibrará con una resina aniónica AGI-X8 forma cloruro (100-200 mesh), luego se procederá de igual forma que con la resina catiónica. Los iones libres y los complejados se calcularán por diferencia.

A los efectos de determinar el carbono orgánico disuelto (COD) una alícuota de cada uno de los extractos se acidificará a pH 3, se saturará con he, durante 10 minutos y se medirá la concentración por ICP-AES usando la línea de C(1) 193.09 (Kerven et al., 1995).

Con respecto a los **plaguicidas**, se determinará el coeficiente de adsorción K_d de los suelos de mayor difusión en la cuenca del arroyo del Tala, para las sustancias que ya han dado respuesta de salida al arroyo como 2,4d y atrazinas (Santanatoglia et al. 1997 a y b). Para ello, se elaborara una isoterma de adsorción para cada plaguicida y suelo (Calvet, 1980). Se determinaran los residuos de plaguicidas en los suelos de los campos de las microcuencas seleccionadas, a distintas profundidades y a distintos intervalos desde su aplicación (Isensee y Sadeghi, 1993). Se continuará con las determinaciones de los contenidos en plaguicidas de las aguas (Jury et al, 1987; Raju et al, 1993) en los puntos de escurrimiento seleccionados dentro de la cuenca, en forma regular durante el desarrollo del proyecto (una vez por mes).

Se utilizarán los datos obtenidos en los puntos anteriores para confeccionar un modelo de movimiento de plaguicidas en los suelos de la cuenca.

Para las determinaciones, se seguirán técnicas estándar recomendadas por la EPA. Para los análisis, se cuenta con un cromatógrafo de fase gaseosa acoplado a un espectrómetro de masas, en un laboratorio especialmente equipado para la determinación de residuos de pesticidas perteneciente al CONICET.

4.4 - La composición de la comunidad de peces de ríos y arroyos de llanura, como indicador de la intensidad de uso de la tierra.

Para cumplir con el objetivo de desarrollar un indicador de estado ambiental para arroyos de llanura basado en la composición de la comunidad de peces se empleará la siguiente metodología: sobre un mínimo de tres estaciones ubicadas a lo largo del desarrollo del canal principal del arroyo del Tala, se realizarán muestreos mensuales de la comunidad de peces. Las estaciones serán ubicadas en las cercanías de sitios de muestreo de calidad de agua de los proyectos actualmente implementados y cubrirán la cuenca alta, media y baja del arroyo. Cada estación consistirá de dos o tres sitios de muestreo dependiendo de las características geomorfológicas del sitio. Estos serán realizados con un equipo eléctrico de pesca según la bibliografía corriente para sitios de

conductividad eléctrica moderada. Los peces serán identificados a nivel de especie, medidos y pesados y luego liberados. Eventualmente serán utilizadas redes para cercar los tramos de arroyo y se utilizarán ictiotóxicos.

El análisis primario de la información consistirá básicamente en relacionar la composición de la comunidad de peces con las características geomórficas del sitio, la ubicación de la estación en la cuenca de drenaje y las actividades desarrolladas aguas arriba, y la calidad del sitio específica. Para el análisis estadístico se empleará el S.A.S. (Leopold, 1994, Likens, 1984, Meffe y Sheldom, 1988, Moss, 1988, Omernik, 1976, Stanford y Covich, 1988, Taylor et al, 1996).

4.5 - Determinación de un patrón de monitoreo de la salud del sistema

Con todos los resultados obtenidos se jerarquizarán indicadores directos e indirectos que permitan establecer con suficiente sensibilidad, con metodológicas de uso corriente, y con gran certeza del cambio producido, un patrón de monitoreo de la "salud del sistema" para actuar previniendo y/o corrigiendo procesos de degradación y o contaminación.

5 – REFERENCIAS

- APHA-AWWA-WPCF (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial : Díaz de Santos S A ,Madrid, España.
- BASTA, N. T., HUHNEKE, R. L., STIEGLER, J. H. (1997). Atrazine runoff from conservation tillage systems: a simulated rainfall study. *J. Soil and Water Cons.* 52 (1): 44-48.
- BRakensiek D. L., OSBORN, H. B., RAWLS, W. J. (1979). Field Manual for Research in Agricultural Hydrology. Agriculture Handbook 224. United States Department of Agriculture. pp 239-394.
- CALVET, R. (1980). Adsorption-desorption phenomena. in: R. J Hance (Ed.) Interactions Between Herbicides and the Soil. Academic Press NY, pp 1-30.
- CASTIGLIONI, M., MASSOBRIO, M., CHAGAS, C., SANTANATOGLIA, O. J. (1998a). Análisis de sensibilidad de un modelo predictivo distributivo de producción de sedimentos y nutrientes asociados, en una microcuenca del arroyo del Tala. Actas del XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz, Córdoba, 4 al 7 de mayo de 1998.
- CASTIGLIONI, M., MASSOBRIO, M., CHAGAS, C., SANTANATOGLIA, O. (1998b). Estimación de hidrogramas modificando el tiempo de concentración en una microcuenca con pendientes menores del 2%. Aceptado para ser publicado en la revista Ciencia del Suelo.
- CÁTEDRA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS, FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIV. DE BS AS (1980). Mapa de suelos del establecimiento rural Los Patricios, San Pedro, Pcia. de Bs As. Inédito.
- CHAGAS, C. I., SANTANATOGLIA, O. J., GUTIERREZ, R. (1993a). Propiedades físicas y biológicas de un Argiudol vértico erosionado bajo pradera, Revista Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal, (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España). 8 (1): 79-87.
- CHAGAS, C. I., SANTANATOGLIA, O. J., RIENZI E. (1993b). Análisis del escurrimiento en una microcuenca utilizando diferentes metodologías. Revista de Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetal (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España) Vol. 8 (2): 177-190.
- CHAGAS, C. I., STEFANICH, M. (1998). Cambios en la rugosidad superficial de un suelo bajo lluvia natural. Aceptado para ser publicado en la revista Ciencia del Suelo.
- DE LA TORRE, F., FERRARI, L., SALIBIAN, A. (1997). Evaluación toxicológica del agua del Río Reconquista: cambios en la actividad de enzimas marcadoras de peces mentindios in situ. Congreso internacional sobre aguas. UBA, AUGM, Comité Académico de Aguas, UNESCO. Buenos Aires. 4-8 de agosto de 1997.
- FAWCETT, R. S., CHRISTENSEN, B. R., TIERNEY, D. P. (1994). The impact of conservation tillage on pesticide runoff into surface water: a review and analysis. *J. Soil and Water Cons.* 49 (2):126-135.
- ISENSEE, A. R., SADEGUI, A. N. (1993). Impact of tillage practices on runoff and pesticides practices. *J. Soil and Water Cons.* 48(6):523-527.
- KENT, K M. (1968). A method for estimating volume and rate of runoff in small watersheds. USDA, SCS T.R. 149.
- JURY, W. A., FOCHT, D. D., FARMER, W. J. (1987). Evaluation of pesticide groundwater pollution from standard indices of soil-chemical adsorption and biodegradation *J. Environ. Qual.* 16 (4): 422-428.
- KERVEN, G.L., OSTATEK-BOCZYNSKI, Z., EDWARDS, D.G., ASHU, C.J., OWERCZKIN. (1995). Chromatographic techniques for the separation of AI and associated organic ligands present in soil solution. In: RA DAT et al. (eds). Plant Soil Interactions at Low pH. kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- KIRKBY, M. J., IMESON, A. C., BERGKAMP, G., CAMMERAAT, L. H. (1996). Scaling up processes and models from the field plot to the watershed and regional areas. *J. Soil and Water Cons.* 51:391-396.
- LEOPOLD, L. D. (1994). *A view of the river*. Harvard University Press, London, U.K., 298 pp.
- LIKENS, G. E. (1984). Beyond the shoreline: a watershed ecosystem approach. *Vehr. Int. Ver. Limnol.*, 22:1-22.
- MASSOBRIO, M., CASTIGLIONI, M., CHAGAS, C., SANTANATOGLIA, O.J. (1998). Incidencia de la estimación de parámetros temporales en la confección de hidrogramas en una microcuenca de Pampa Ondulada. Aprobado para ser presentado en el XVII Congreso Nacional del Agua y II Simposio de Recursos hídricos del Cono Sur.
- MEENTEMEYER, V. E., BOX, E. O. (1987). Scale effects in landscape studies. In: TURNER, M.G. (Ed.) *Landscape heterogeneity and disturbance*. Springer-Verlag. New York . pp 15-34.
- MEFFE, G. K., SHELDON, A. (1988). The influence of habitat structure on fish assemblage composition in southeastern blackwaters stream. *Am. Midl. Nat.* 120:225-241.
- MOSS, B. (1988). *Ecology of fresh waters, man and medium*. 2nd ed. Blackwell Science. Oxford, U.K. 417 p.
- OMERNIK, J. M. (1976). The influence of land use on stream nutrients levels. US EPA report EPA-600/3-76-014. Corvallis, Oregon, USA.
- RAJU, G. S., MILLETE, J. A. Y., KHAN, S. U., (1993). Pollution potential of selected pesticides in soils. *Chemosphere* 26(8):1429-1442.
- RISSER, P. G., KARR, J. R., FORMAN, R. T. R. T. (1987). *Landscape ecology: directions and approaches*. Illinois natural history survey. Spec. Public. 2, III Nat. Hist. Survey. Champaign.
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., RIENZI, E.A., CASTIGLIONI, M.G., SBATELLA, R. (1996a). Características de los sedimentos producidos por erosión hídrica en una microcuenca del arroyo del Tala (Buenos Aires), *Revista de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo*, 14(1):42-46.
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., RIENZI, E.A., CASTIGLIONI, M.G., WYSE, T. (1996b). Evolución de las pérdidas por erosión hídrica en un lote con pendientes compuestas. *Actas del Congreso Latinoamericano de Ciencia del Suelo (SOLO-SUELO/96)*, Aguas de Lndoaia, SP, Brasil 4 - 8 de Agosto
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., RIENZI, E.A., CASTIGLIONI, M.G., MASOBRIO, M.J., BUJÁN, A. (1996c). Comportamiento hidrológico de una microcuenca en pampa ondulada en condiciones de suelo seco. *Actas del II Congreso Internacional y IV Congreso Argentino de Ingeniería Rural (CADIR 96)*, Neuquén, 23 - 25 de Octubre de 1996.
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., RIENZI, E.A., CASTIGLIONI, M.G., MARES, M. (1996d). Pérdida de suelo en un lote sistematizado mediante terrazas con gradiente en San Pedro, Provincia de Buenos Aires. *Actas del II Congreso Internacional y IV Congreso Argentino de Ingeniería Rural (CADIR 96)*, Neuquén, 23 - 25 de Octubre de 1996.
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., IORIO, A. de, DANIEL, P., RENDINA, A., MASSOBRIO, M., CASTIGLIONI, M., BARGIELA, M., BUJAN, A. (1997a). Uso antrópico de la cuenca del arroyo del Tala, Provincia de Buenos Aires: incidencia en las propiedades del agua. *Actas del Congreso Internacional sobre Aguas y Workshop sobre Química Ambiental y Salud*. Fac. de Derecho y Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Argentina, 4-8 agosto 1997.
- SANTANATOGLIA, O.J., CHAGAS, C.I., IORIO, A. de, DANIEL, P., RENDINA, A., MASSOBRIO, M., CASTIGLIONI, M., BARGIELA, M., BUJAN, A. (1997b). Análisis de sedimentos y contaminación en el arroyo del tala, Pcia. de Buenos Aires, Argentina. *Actas del Primer Congreso Iberoamericano de Química Ambiental*, 1ra. Jornadas Chilenas de Física y Química Ambiental, 19 - 22 Octubre de 1997.
- SHERIDAN, J. M. (1994). Hydrograph time parameters for flat land watersheds. *Trans. of the ASAE* 37(1): 103-113.
- SIMS, J. L., PATRICK, J.R. (1978). The distribution of micronutrients cations in soil under conditions of varying redox potential and pH. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2: 258-262.
- STANFORD, J. A., COVICH, A. P. (1988). Community structure and function in temperate and tropical streams. *J. North Am. Benthol. Soc.* 7:261-529.
- TAYLOR, C.M., MATTHEW, R. W., MATHEWA, W. J. (1966). Temporal variation in tributary and mainstem fish assemblages in a great plain's stream system. *COPEIA* 2:280-289.
- THURMAN, E.M., MALCOLM, R.L. (1981). Preparative isolation of aquatic humus substances. *Environ. Sci. Technol.* 15: 463-466.
- VERRENGIA GUERRERO, N.R., NAHABEDIAN, D., WIDER, E. A. (1997). Bioacumulacion de plomo en *Biomphalaria glabrata* en función de la calidad de las aguas. *Congreso Internacional sobre Aguas*. UBA, AUGM, Comité Académico Aguas, UNESCO. Buenos Aires. 4-8 de agosto de 1997.
- YOON, K. H., YOON, K. S., SOILEAU, J. M. (1993). Runoff curve numbers determined by three methods under conventional and conservation tillages. *Trans. of the ASAE* 36(1):67-63.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.
Gramado, RS, de 5 a 8 de Outubro de 1998

YOUNG, R. A., ONSTAD, C. A., BOSCH, D. D., ANDERSON, W. P. (1989). AGNPS a non point source pollution model for evaluating agricultural watersheds. J. Soil and Water Cons. 44:168-172.