



**prosa**  
Centro para la  
Promoción de la Conservación  
del Suelo y del Agua

ROBERTO R. CASAS  
GABRIELA F. ALBARRACIN

**EL  
DETERIORO  
DEL SUELO Y  
DEL AMBIENTE  
EN LA  
ARGENTINA**

**Tomo 2**

**FECIC**  
FUNDACIÓN PARA LA EDUCACIÓN  
LA CIENCIA Y LA CULTURA



Presidencia  
de la Nación

Ministerio de  
Agricultura,  
Ganadería y Pesca



# Provincia de Entre Ríos

MARÍA C. SASAL, MARCELO G. WILSON, DANTE J. BEDENDO  
Y GUILLERMO A. SCHULZ

La Provincia de Entre Ríos se ubica al sur de la región mesopotámica en el noreste de la Argentina y se extiende entre los paralelos 30° 10' y 34° 03' de latitud sur y entre los meridianos 57° 48' y 60° 47' de longitud oeste. Su territorio abarca una superficie total de 7.834.668 ha, de las cuales 1.569.425 ha (20,3%) corresponden a áreas de delta, pre-delta e islas, 132.080 ha (1,7%) a aguas de los ríos, principalmente del Paraná y del Uruguay, 602.090 ha (7,7%) a valles inundables de los principales ríos y arroyos y la superficie restante, 5.531.072 ha (70,6%), corresponde a la tierra firme<sup>1</sup>.

## Características naturales

Entre Ríos está dividida en dos regiones climáticas: una pequeña franja al norte con clima subtropical húmedo de llanura (precipitación anual de 1.200 mm) y otra que cubre el resto de su territorio con clima templado húmedo de llanura, caracterizado por la ausencia de situaciones extremas y mayor aptitud para el cultivo de secano de cereales y forrajeras y para la cría de ganado (precipitación anual 1000 mm). En general, durante el período octubre-abril se registra el 73% de la precipitación anual y el 27% restante desde mayo a setiembre (Tasi, 2009). Enero, Febrero y Marzo son los meses con mayor índice de erosividad de las lluvias. Este índice ha aumentado en los últimos años, teniendo entre 1995-2005 un incremento de 15% con respecto al período 1950-1994 (Saluso, 2008) y entre 2008 y 2012 ha superado en algunos años hasta el 50% su valor (Gabioud et al., 2014a).

El paisaje general está delimitado por los ríos principales: Paraná y Uruguay. El río Gualaguay divide el territorio provincial en dos amplias regiones: la occidental donde la Cuchilla de Montiel constituye la principal divisoria de aguas y la oriental en la que la Cuchilla Grande cumple esa misma función. Además, contiene a una profusa red de más de 7000 trazados hídricos de régimen autócto-

<sup>1</sup> Los valores de superficie indicados corresponden a los datos obtenidos al procesar las capas digitalizadas de suelos y departamentos en un sistema de información geográfica (SIG), utilizando la proyección Gauss-Krüger (TM Argentina) faja 5 - datum WGS84.

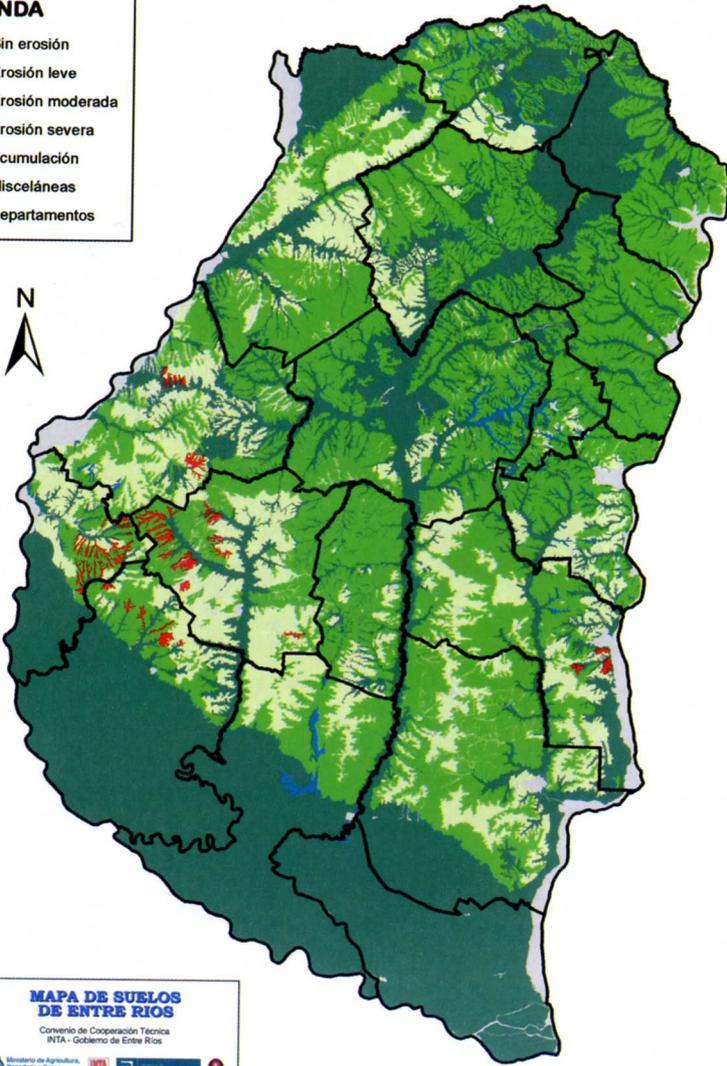
no (Nágera, 1938). Por lo tanto, esta provincia está conformada por un complejo sistema donde confluye agua de diferentes orígenes.

Los suelos de la provincia han sido clasificados siguiendo el sistema de taxonomía americana "Soil Taxonomy" (USDA-SCS Soil Survey Staff, 1975) con modificaciones (Barneveld, 1984) creadas para su aplicación regional al nivel taxonómico de subgrupos, particularmente en los suelos con arcillas expandibles. A partir de los inicios del relevamiento de suelos en la provincia (Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos, 1969-2011) fueron reconocidos cinco órdenes: Vertisoles, Molisoles, Alfisoles, Entisoles e Inceptisoles (Plan Mapa de Suelos, 1974). Aproximadamente, el 70% de la superficie de tierra firme presenta suelos con características vérticas (vertisoles y suelos molisoles y alfisoles asociados). La baja capacidad de infiltración de estos suelos debido a sus características intrínsecas y la topografía ondulada, con pendientes pronunciadas (1 a 4%), predisponen a gran parte de la superficie provincial a procesos de degradación de suelos, especialmente por erosión hídrica (Scotta et al., 1989).

### **Erosión hídrica**

La información sobre superficie erosionada de la provincia de Entre Ríos publicada por PROSA en 1988 data del año 1974 y fue estimada a partir de cartografía a escala 1:750.000 (Iruetia et al., 1988). Entre 1986 y 2011 se publicaron las cartas de suelos por departamentos a escala 1:100.000. A partir de esta información, es posible ahora cuantificar la superficie afectada por distintos grados de erosión hídrica y su susceptibilidad a una escala mucho mayor (*ver mapas de las figuras 1 y 2*) y, por ende, con mayor precisión.

- LEYENDA**
- Sin erosión
  - Erosión leve
  - Erosión moderada
  - Erosión severa
  - Acumulación
  - Misceláneas
  - Departamentos



**MAPA DE SUELOS DE ENTRE RÍOS**  
 Convenio de Cooperación Técnica  
 INTA - Gobierno de Entre Ríos

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca  
 Presidencia de la Nación

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA



Figura 1. Grado de erosión hídrica actual.

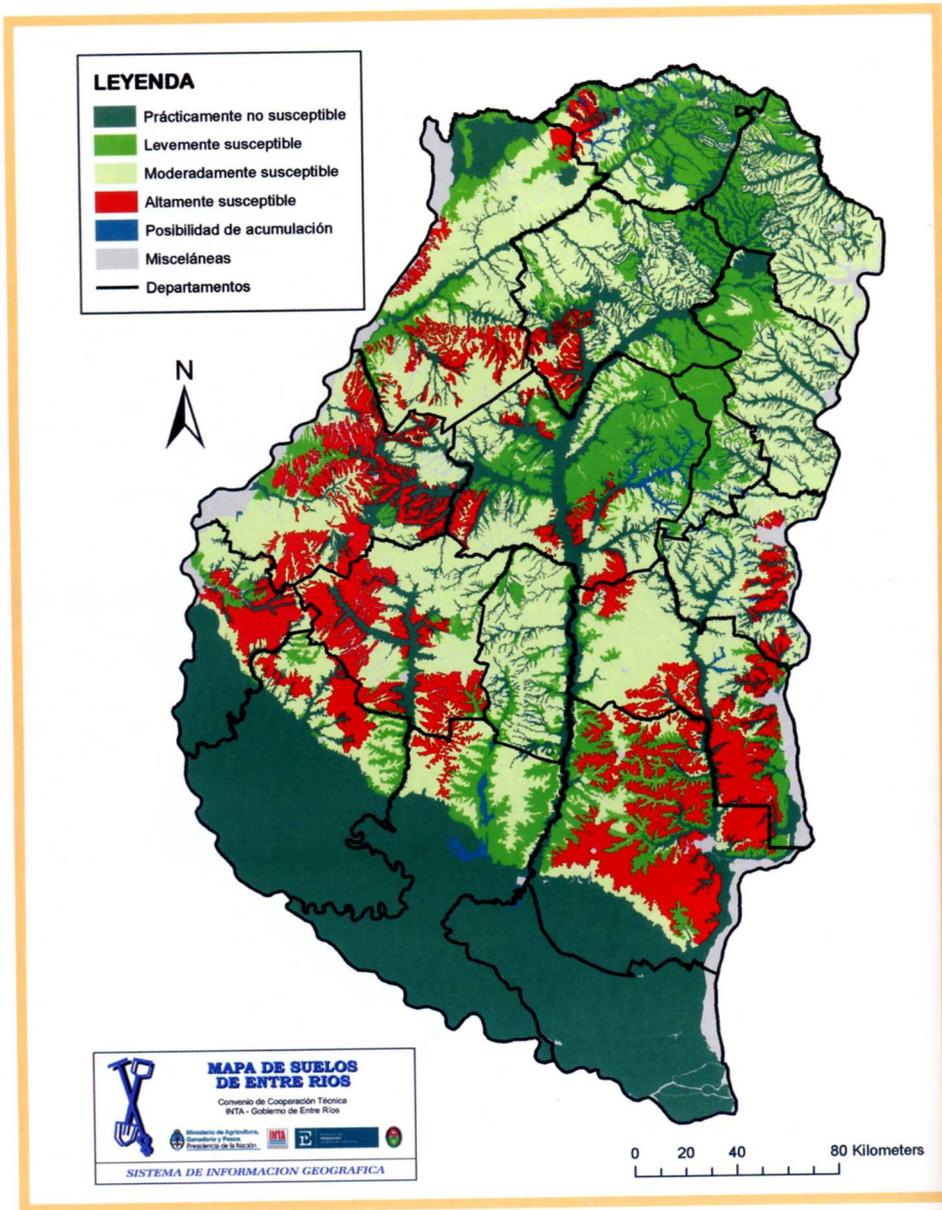
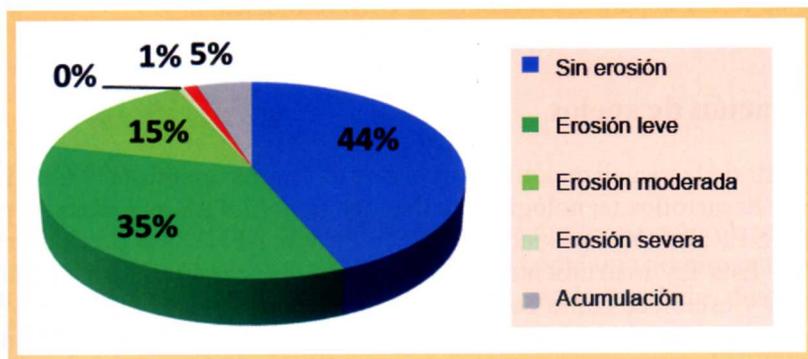


Figura 2. Grado de erosión hídrica potencial.

La erosión hídrica en la provincia afecta una superficie de 3.939.954 ha, que representa el 50% de la superficie de tierra firme. El 15% corresponde a erosión moderada y severa (o grave) y el 35% a erosión leve (Tabla 1, Figura 3). Los procesos erosivos se manifiestan con mayor intensidad en la mitad occidental, en el extremo SO de la provincia y en parte del sector SE (Figura 1). Los departamentos afectados con mayor grado son Diamante, Paraná, Nogoyá, Victoria y Uruguay.

**Tabla 1.** Superficie provincial afectada por diferentes grados de erosión hídrica actual (a) y de susceptibilidad a la misma (b).

EROSIÓN ACTUAL	SUPERFICIE		SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN	SUPERFICIE	
	ha	%		ha	%
Sin erosión	3.432.747,85	43,81	Prácticamente no susceptible	2.922.977,33	37,31
Erosión leve	2.738.848,86	34,96	Levemente susceptible	984.906,44	12,57
Erosión moderada	1.158.369,73	14,79	Moderadamente susceptible	2.465.671,33	31,47
Erosión severa	42.735,51	0,55	Altamente susceptible	1.002.306,63	12,79
Acumulación	91.403,42	1,17	Posibilidad de acumulación	88.243,64	1,13
Misceláneas	370.561,70	4,73	Misceláneas	370.561,70	4,73
<b>TOTAL</b>	<b>7.834.667,08</b>	<b>100,00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>7.834.667,08</b>	<b>100,00</b>



**Figura 3.** Erosión actual.

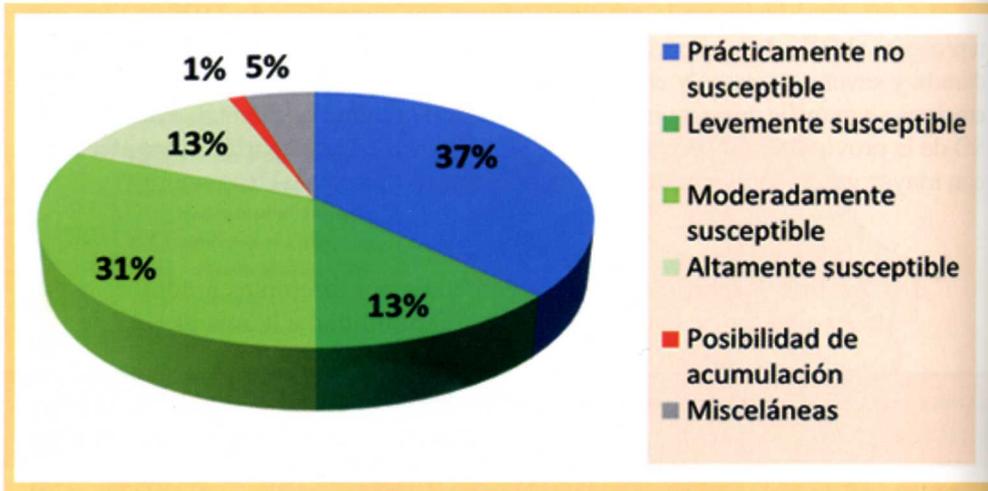


Figura 4. Susceptibilidad a la erosión.

El 57% de la provincia es susceptible a la erosión en algún grado (*Tabla 1b y Figura 4*), esto significa que 4.452.884 ha pueden erosionarse y por lo tanto deben ser manejadas teniendo en cuenta esa limitante. Para atenuar la degradación de suelos por erosión hídrica, se desarrollaron y adoptaron sistemas de labranza conservacionistas como la reducción de laboreos, la utilización de labranza vertical y más recientemente, la siembra directa (SD). Sin embargo, en algunas regiones, dependiendo del tipo de suelo, pendiente e intensidad de las precipitaciones, la utilización de estos sistemas resulta insuficiente para controlar sus efectos, debiéndose implementar tecnologías como la sistematización de tierras y la construcción de terrazas para el control de la erosión hídrica.

## Conservación de suelos

A partir de la visualización del problema de la erosión hídrica y a las investigaciones y desarrollos tecnológicos realizados por el INTA, el Gobierno provincial y la UNER, en 1989 se sancionó la Ley Provincial N° 8318 de Conservación de Suelos. Esta ley instrumentada y vigente es una característica distintiva de Entre Ríos y establece como concepto de degradación a los efectos provocados por: erosión, agotamiento, deterioro físico, alcalinidad, acidificación, salinidad y el drenaje inadecuado. Además declara de interés público y sujeto a uso y manejo conservacionista a los suelos de la provincia de Entre Ríos que por sus condiciones naturales o antrópicas manifiesten síntomas o susceptibilidad de degradación.

La Ley también prevé el acceso a estímulos a todos aquellos que posean título de propiedad en las áreas declaradas de conservación y manejo y de acuerdo a las prácticas de conservación que se implementen se establece una reducción diferencial en el valor del impuesto inmobiliario y en el tiempo total del beneficio.

### ***Terrazas***

La sistematización de tierras es una práctica agronómica utilizada para controlar la velocidad del escurrimiento del agua de lluvia, a nivel de establecimiento o cuenca hidrológica, por medio de un sistema de terrazas de evacuación del excedente hídrico. Esta práctica surge a partir del concepto que al acortar el largo de la pendiente del terreno el agua que escurre no alcanza la velocidad y energía cinética necesaria para remover y transportar partículas de suelo.

En el año 2013 se realizó un relevamiento de la superficie sistematizada de la provincia. Se estableció que el 5% de la superficie de tierra firme tiene terrazas para evitar la erosión hídrica (Paparotti et al., 2013). El Departamento Paraná es el que presenta mayor extensión de su superficie agrícola-ganadera sistematizada (76.891 ha). Los autores lo atribuyen a las acciones de difusión en la zona de influencia del INTA EEA Paraná y sus agencias de extensión.

En el área de jurisdicción de la Aldea Santa María del departamento Paraná (Capital provincial de la Conservación de Suelos), se cuantificó el efecto de las terrazas para el control de erosión hídrica sobre el stock de carbono del suelo. Los resultados obtenidos expresan los beneficios adicionales que brindan las terrazas como práctica conservacionista. Particularmente en Molisoles, las terrazas, independientemente de su tipo, además de reducir la velocidad del agua y disminuir el transporte de sedimentos y nutrientes favorecen el secuestro de carbono en el suelo, constituyendo una práctica que presta servicios ecosistémicos (Gabioud et al., 2014b).

### ***Siembra directa***

La protección de la superficie del suelo con rastros así como la ausencia de labores de remoción del suelo, constituyen a la SD como una herramienta para minimizar la erosión hídrica. En las parcelas de esorrentía instaladas desde 1971 en INTA Paraná, se compararon las pérdidas de agua y de sedimentos de un cultivo de maíz en dos períodos no simultáneos en labranza convencional (1990-1995) y en SD (2007-2012). Los resultados indicaron que la adopción de SD minimizó la pérdida de sedimentos, siendo 8 veces menor al período con labranza. Sin embargo, duplicó la cantidad de agua perdida por escurrimiento (Walsser et al., 2013).

Por otro lado, las diferentes secuencias de cultivo implementadas bajo SD, afectan la cantidad y calidad de rastrojos aportados en las cosechas, como así también la distribución y el tipo de sistemas radicales que intervienen directamente en la agregación y su estabilidad (Domzal et al., 1991). En consecuencia, afectan características del estado estructural del suelo y de la dinámica del agua (Sasal et al, 2010). En años con precipitaciones normales (1000 mm) en dichas parcelas, el monocultivo de soja pierde por escurrimiento aproximadamente 4 veces más agua que la rotación con maíz y trigo, y aproximadamente 8 veces más que una pastura. Además, la minimización del escurrimiento tiene efecto directo sobre la reducción en las pérdidas de nutrientes y plaguicidas hacia cursos de agua superficiales.

La provincia de Entre Ríos no escapa al fenómeno de cambio en el uso de la tierra que se ha registrado en los últimos años en la mayor parte de las regiones húmeda y subhúmeda de Argentina, dado a través de la conversión de ecosistemas naturales a cultivados (especialmente a partir del desmonte) y la simplificación de los esquemas de rotaciones en tierras agrícolas, con tendencias al monocultivo de soja. Se prevé que el sistema de SD continuará prevaleciendo en los suelos pampeanos cultivados. Bajo este escenario, si se generalizara la adopción de secuencias de cultivos que reducen las pérdidas de agua por escurrimiento, mejorará la eficiencia del sistema de producción y se reducirán los riesgos ambientales asociados.

## Conclusión

Las características naturales de la provincia de Entre Ríos inducen a gran parte de la superficie provincial a procesos de degradación de suelos por erosión hídrica. La estimación de la superficie erosionada y potencialmente erosionable resulta un aspecto clave para contribuir con la sustentabilidad ambiental de los agrosistemas de la provincia. Este capítulo presenta en mapas actualizados, a escala 1:100.000, la erosión actual y la susceptibilidad a la erosión, indicando que aproximadamente el 50% de la superficie de tierra firme está afectada, identificándose zonas con distinto grado de vulnerabilidad. Esta información permitirá el diseño y la transferencia de estrategias de gestión de riesgos ambientales asociados a los sistemas de producción en Entre Ríos.

Con el objeto de minimizar la degradación por erosión se ha promovido la implementación de prácticas de manejo como las terrazas de evacuación de excedentes hídricos y la siembra directa. Al presente, se ha avanzado significativamente en el conocimiento del rol de los sistemas de producción sobre el escurrimiento superficial y el arrastre de sedimentos en lotes agrícolas. Como resultado, se destaca que la sustentabilidad de los sistemas de manejo depende fuertemente

del tipo de rotación y/o secuencia de cultivos efectuada. En efecto, prácticas diseñadas para reducir la erosión hídrica en combinación con secuencias de cultivos simplificadas, particularmente con el monocultivo de soja, han generado la necesidad de estudiar nuevos aspectos de la degradación de los suelos cultivados.

La información brindada en este capítulo, contribuirá a la planificación regional del uso sustentable de los recursos suelo y agua y constituye información de base para la gestión ambiental, así como una importante herramienta para el ordenamiento territorial de la provincia de Entre Ríos.

## Bibliografía

- BARNEVELD, G.W. VAN, (1984). En: PLAN MAPA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS. *Suelos y erosión de la Provincia de Entre Ríos*. Tomos I y II [3ra. Edición]. Informe Técnico Proyecto FAO/PNUD/INTA ARG/68/526. INTA Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Convenio INTA-Gobierno de Entre Ríos. Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 1 (ISSN 0325 9099), 192 pp.
- DOMZAL, H.; Głinski, J. y J. Lipiec (1991). "Soil compaction research in Poland". *Soil Till Res* 19:99-109.
- GABIOUD, E.A.; GARCARENA, N.; SASAL, M.C.; WILSON, M.G. y J.D. OSZUST (2014a). *Estimación de Factores "R" y "C" de USLE bajo siembra directa*. Anales XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mayo 2012 Bahía Blanca, Argentina. 6 p.
- GABIOUD, E.A.; WILSON, M.G.; SASAL, M.C. y J.D. OSZUST (2014b). *Efecto de las terrazas sobre el stock de carbono del suelo*. Anales XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mayo 2012 Bahía Blanca, Argentina. 6 p.
- IRURTIA, C.B.; NANI, L.A. y E.S. SCOTTA (1988). *Provincia de Entre Ríos. En El Deterioro del Ambiente en la Argentina*. Centro para la promoción de la conservación del suelo y del agua (PROSA) ISBN 950-9149-30-6. p 92-95.
- NÁGERA, J.J. (1938). *Geografía física de la República Argentina*. Ed. Kapelusz. Buenos Aires. 232 pp.
- PAPAROTTI, O.F.; PIOTO, A.C. y J.J. GVOZDENOVICH (2013). *Acciones del INTA en el territorio en conservación de suelos. Actualización de la superficie sistematizada con terrazas en la provincia de Entre Ríos*. COPAER 15 pp.
- SALUSO, J.H. (2008). *Actualización del factor R de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS) para una amplia zona del país. Período 1950/2005*. Serie extensión n° 51 – septiembre de 2008. Agricultura sustentable. Actualización técnica.

- SASAL MC, CASTIGLIONI MG, WILSON MG. (2010). Effect of crop sequences on soil properties and runoff on natural rainfall erosion plots under no tillage. *Soil Till Res* 108:24-29.
- SCOTTA, E.S., NANI, L.A., CONDE, A.A., ROJAS, A.C., CASTAÑEIRA, H. y O.F. PAPA-ROTTI (1989). Manual de sistematización de Tierras para control de erosión hídrica y aguas superficiales excedentes (Segunda edición corregida y aumentada). INTA EEA Paraná. *Serie Didáctica* N° 17. 56 p.
- TASI, H.A.A. (2009). *Aplicación de las Cartas de Suelos de Entre Ríos, Argentina, para evaluar índices de productividad específicos para los principales cultivos agrícolas*. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña, España. 593 pp.
- USDA-SCS SOIL SURVEY STAFF (1975). *Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. U.S. Dept. of Agric. Handb. 436. U.S. Govt. Print. Off. Washington, DC. 754 pp.
- WALSSER, F.S.; GVOZDENOVICH, J.J.; SASAL; M.C.; PAPA-ROTTI, O.F.; WILSON M.G. y N.A. GARCIA-ARENA (2013). *Pérdidas de sedimentos y escorrentía en maíz bajo labranza convencional y siembra directa*. Jornadas Argentinas De Conservación De Suelos. Buenos Aires.