

Degradación de suelos por erosión hídrica en la llanura central de Córdoba. Cárcava de Corralito. Argentina

(¹) Jorge A. Sanabria; (¹) Raúl Paredes; (²) Silvio Ambrosino; (^{1,3}) Sabrina Rouzaut

(1) *Escuela de Geología. F.C.E.F. y N. U.N.C. Av- Velez Sarsfield 1611. X5016 CGA. Córdoba. jorgesanab@yahoo.com.ar*

(2) *CONICET - INA - CIRSA. Av. Ambrosio Olmos 1142. Córdoba.*

(3) *Becaria CONICET*

RESUMEN

Los procesos de erosión en la región central de Córdoba, entre los ríos Xanaes y Ctalamochita, generan una degradación de suelos de extraordinaria magnitud, por la importancia económica que ello representa. En la Plataforma Basculada, las cárcavas son las geoformas más notables de erosión hídrica. Por este proceso se pierden suelos de alto valor productivo, que son irrecuperables, y que tienen consecuencias, en la no rentabilidad por no poder ser explotados, y además, provocan una disminución en el valor de venta las tierras. Por otro lado, el sedimento que se erosiona, sepulta suelos, con un daño tal vez de menor cuantía que en el área de cárcavamiento.

INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica en la región central de Córdoba, que comprende la erosión *sensu stricto*, el transporte y la sedimentación, presenta un problema grave para los productores agrícolas del área ubicada entre las localidades de Corralito y Oncativo. Las dos manifestaciones de erosión más notables, en arroyada difusa y cárcavas, son frecuentes en el área, y las causas, si bien tienen un origen natural por las condiciones climáticas y las características del sedimento, se ven ampliamente estimuladas por la acción antrópica. En los últimos 35 años, estos procesos se han intensificado de manera acelerada, sobre todo en el área que se ubica entre los ríos Xanaes (Segundo) y Ctalamochita (Tercero), con límite al norte entre las coordenadas 31° 54' S- 64° 15' O y 31° 47' S- 63° 48' O y límite al sur entre los 32° 65' S- 64° 12' O y 32° 01' S- 63° 40' O (Fig. 1).

Se han conjugado precipitaciones extremas, cambio en el manejo del suelo (introducción de la soja a principio de la década del '70'), pendientes y la susceptibilidad erosiva del loess.

La consecuencia más grave es la presencia de cárcavas de gran magnitud (por extensión y dimensiones), que han generado problemas de transitabilidad y pérdida efectiva de hectáreas cultivables, por un lado, y además sepultamiento (degradación) de suelos de alto valor productivo.

La cárcava denominada de Corralito es un caso paradigmático, porque es la de mayor longitud y dimensión (20 km de largo aproximadamente), con una gran pérdida de sedimentos que se depositan sobre suelos cultivables.

Esta posee un rumbo oeste- este, y se ubica sobre el paralelo 32° 00' S, entre los meridianos 64° 02'

y 64° 12' O. El área en el que se ha depositado el sedimento se extiende desde los 64° 02' O hasta los 63° 42' O, con un rumbo ENE- y la extensión aproximada es de 36 km. (Fig. 2).

A los fines de establecer en una primera etapa, la relación entre material evacuado por la cárcava y el recubrimiento de los suelos por depositación, se realizó un análisis aproximado del material que fue erosionado, expresado en metros cúbicos (m³), y el área recubierta por sedimentos, expresado en hectáreas (has).

ANTECEDENTES

No existen muchos antecedentes sobre el tema en la región. Bassola. *et al.* (1995), llevaron a cabo un estudio sobre la susceptibilidad a la erosión hídrica en un área cercana a la cárcava de Corralito, y dentro las mismas condiciones geomorfológicas y estratigráficas, en una cuenca que se denomina Cortada de Grasso, que comienza en la Cárcava de Monte Ralo. Aplicaron el método de Van Zuidan y Cancelado y determinaron la alta susceptibilidad a la erosión hídrica del loess.

Sanabria *et al.* (1996) aplicaron el mismo método de susceptibilidad a la erosión hídrica en la Depresión Periférica, con resultados parecidos.

Sanabria *et al.* (2004) analizan la erosión hídrica en la región central de Córdoba, y concluyen que es un fenómeno generalizado en las asociaciones geomorfológicas Depresión Periférica y Plataforma Basculada.

Sanabria *et al.* (2005). realizan un análisis general sobre los procesos de erosión hídrica en la Vertiente Oriental de la Sierra Chica, la Depresión Periférica y la Plataforma Basculada; destacando la erosión de márgenes que se produjo

en el Río Anizacate en la primera asociación geomorfológica, con consecuencias graves para la población de la región.

Argüello *et al.* (2006) analizan la génesis y evolución de la erosión hídrica en la Depresión Periférica, considerando la importancia que tiene la incorporación de la soja en la década del 70,

en el sentido de que estimula los procesos erosivos.

Argüello *et al.* (2009) llevan a cabo un estudio que relacionan las precipitaciones con la génesis de la cárcava de Corralito y destacan una lluvia de carácter excepcional que ocurrió en el año hidrológico 1978- 1979 de 1348 mm.

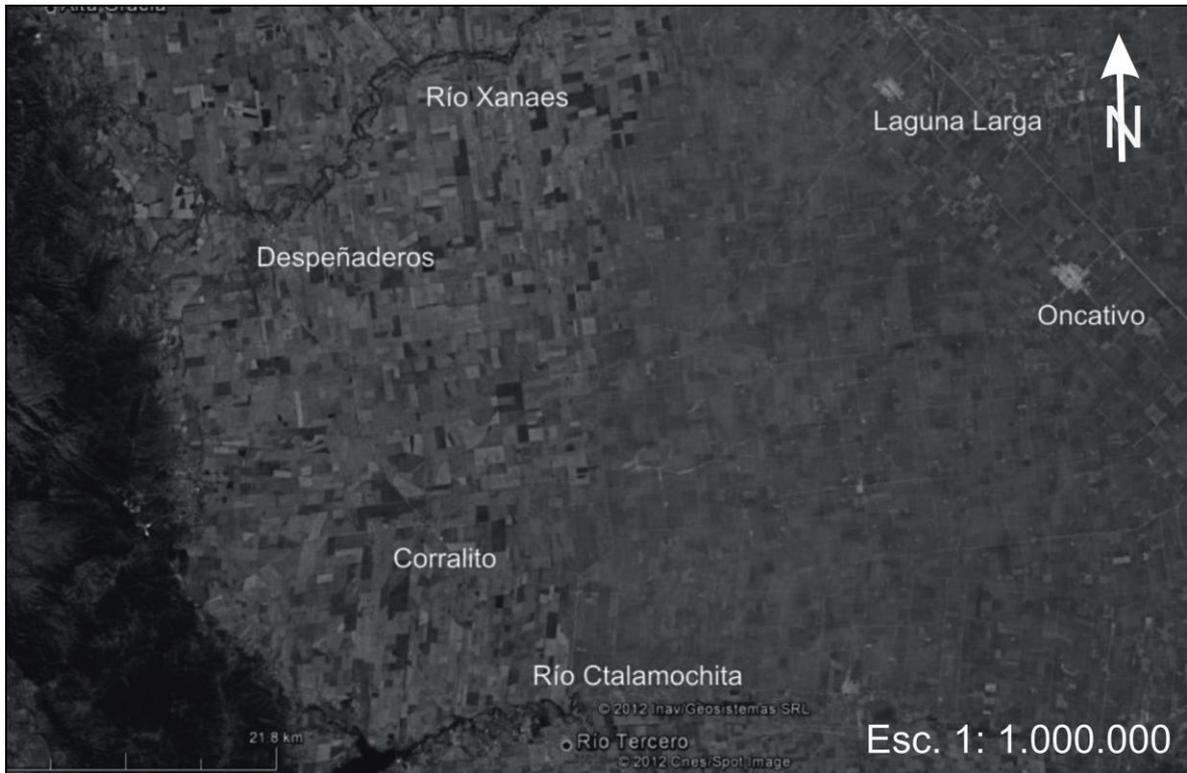


Figura. 1. Ubicación del área en estudio

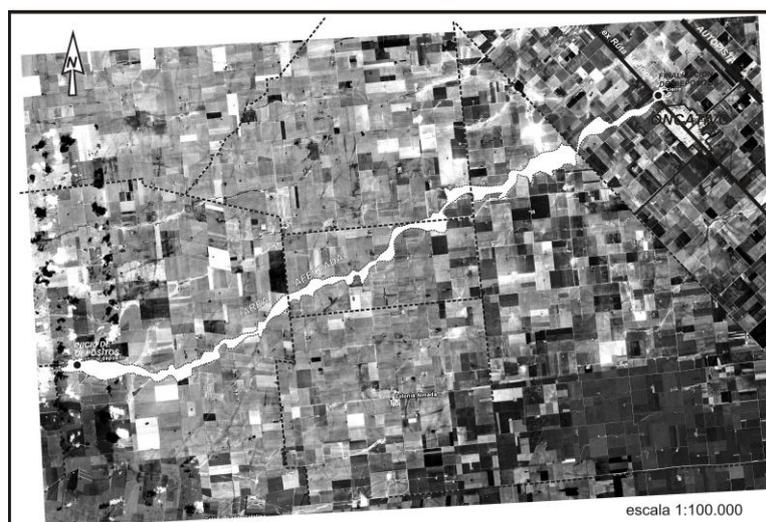


Figura 2. A la izquierda la cárcava y a la derecha el área de deposición

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis del área se utilizaron fotografías aéreas a escala aproximada 1:20.000, R43- 91; R44- 72; R45- 64; R46- 78; R47- 80; R48-94; R49- 188; R50- 69; R51- 74 y R52- 12, del año 1970, las fotografías C04- 19 a 25 a escala aproximada 1:50.000 del año 1995 y la imagen Google del año 2010.

En una primera etapa se analizó la imagen Google a los fines de determinar los sectores a relevar.

Para estimar el volumen del material removido se aplicó el método de las “Secciones Consecutivas Relacionadas”, que es el más adecuado para el estudio de estructuras alargadas y delgadas, como son las cárcavas. Para esto se eligieron tres sectores representativos sobre la imagen satelital mencionada, con comportamientos espaciales semejantes. El Sector I se extiende desde la cabecera de la cárcava hasta la ruta que une las localidades de Despeñaderos y Río Tercero; el II acompaña a la ruta mencionada hasta 2 km al NO de Corralito y el III, desde este punto, con sentido O-E, hasta el comienzo de la depositación.

Dada la gran extensión de la cárcava y la complejidad debido a la presencia de otras cárcavas secundarias y las irregularidades de los perfiles transversales, en el Sector I se escogieron once (11) puntos para relevar y posteriormente confeccionar las secciones transversales respectivas; en el sector II cuatro (4) y en el sector III nueve (9). El ancho y la profundidad se midieron con cinta métrica, apoyado en imagen Google.

Para determinar el volumen entre dos (2) secciones consecutivas, primero se calculó la superficie de cada una, se determinó una superficie media entre ambas y se lo multiplicó por la distancia que las separa. Para obtener el volumen total del material faltante, es decir removido de cada Sector, se realizó la sumatoria de todos los volúmenes de los prismas entre perfiles consecutivos. En la figura 3 se muestran secciones transversales tipos de la cárcava en cada sector.

La superficie de las áreas sepultadas y la de los sitios testigos se determinaron con el programa Google Earth.

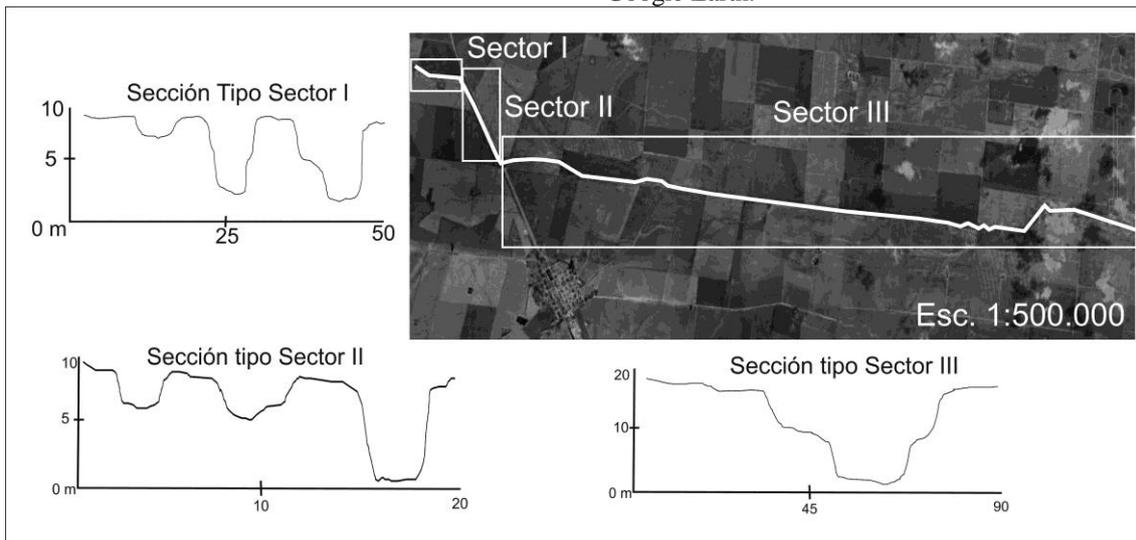


Figura. 3. Sectores con secciones transversales tipo.

GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, CLIMA Y ESTRATIGRAFÍA.

Geomorfológicamente, se distinguen dos asociaciones claramente definidas: a occidente, acompañando a la Sierra Chica de Córdoba, desde la Sierra Las Peñas al sur y Jesús María al norte, se ubica la Depresión Periférica (Capitanelli, 1979). Esta es una fosa tectónica, controlada por sistemas de fallas de rumbo meridional, con desniveles de hasta 50m a la altura en la localidad de Despeñaderos. Hacia el este se ubica la asociación Basculada (Capitanelli *op. cit.*), que presenta una inclinación muy suave hacia el

oriente. Internamente se distinguen dos subasociaciones: la Plataforma Basculada Ondulada y la Plataforma Basculada Plana. (Sanabria y Argüello, 2003). (Fig. 4).

Los procesos de erosión hídrica se manifiestan de manera diferente en las dos unidades. En la Depresión Periférica, el proceso dominante es la arroyada difusa en los bordes y se observan algunas cárcavas de escasa magnitud

En la Plataforma Basculada, por el contrario, la presencia de cárcavas de grandes dimensiones es

lo dominante, y la arroyada difusa tiene una menor importancia.

Los suelos del área se encuentran comprendido en las Hojas 3363--32 "Oncativo" (1987) y la Hoja 3363- 1- Río Tercero (2003). En la primera, en los sectores de interfluvios, ubica la Serie Oncativo y en las líneas de escurrimiento la Serie Manfredi. Las dos series de suelos son clasificadas como de clase IIIc, es decir que son suelos de alta productividad con una ligera limitación climática.

En la Hoja Río Tercero, en la Plataforma Basculada Ondulada, la Serie se denomina Corralito, y tiene una Capacidad de Uso IIIec.

De acuerdo a Argüello *et al.* (2006), el clima de la región es mesotermal, con veranos cálidos. La precipitación normal anual, según la Estación de Corralito es de 789mm para una serie de registro continuo de 75 años, con un máximo de 1348 mm para el año hidrológico 1978/1979.

Desde el punto de vista estratigráfico se resalta que el material superficial que cubre estas dos unidades, está representado por la Fm. Cordobense (Doëring, 1907) constituida por limos loésicos y loessoides, (Argüello *et al.* 1998), con predominio de limos gruesos, altamente susceptibles a la erosión hídrica.

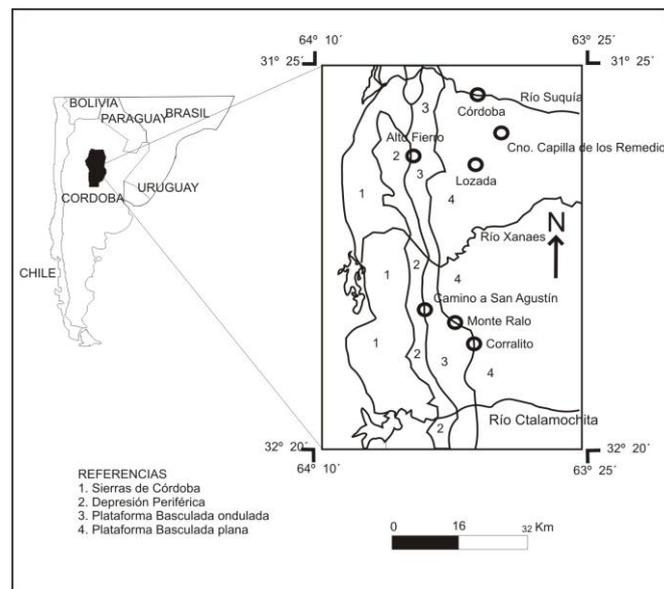


Figura.4. Mapa de ubicación de las unidades geomorfológicas.

MANEJO DE SUELOS

La región presenta dos etapas claramente En la primera etapa comienzan los procesos erosivos hídricos con moderada intensidad. En la segunda, la erosión se intensificó abruptamente, debido a la coincidencia de la preparación de la cama de siembra y el comienzo las lluvias de primavera-verano.

La Fig. 5 muestra claramente las diferentes intensidades de los procesos erosivos definidos en el manejo de los suelos. La primera, a principios del siglo 20, cuando comenzó el desmonte para incorporar las tierras a la agricultura y la ganadería. La segunda, durante la década del 1970, cuando se introduce el cultivo de la soja, con una labranza de tipo convencional, y un paulatino abandono de la ganadería.

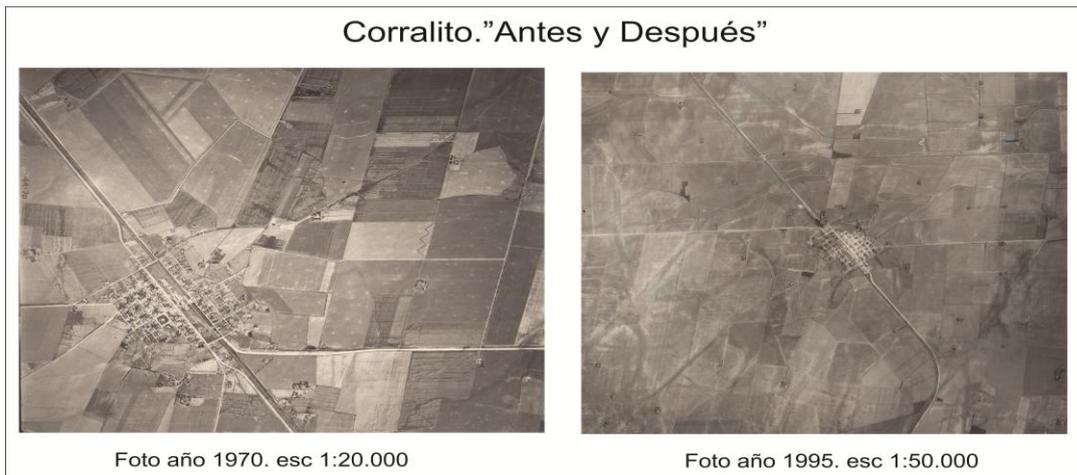


Figura. 5. A la izquierda, fotografía aérea del 1970. A la derecha, fotografía aérea del año 1995. Se observa alrededor de la localidad de Corralito las diferentes intensidades de los procesos erosivos.

RESULTADOS

Se observa claramente dos aspectos del sistema de erosión de la cárcava de Corralito (Fig 2)

Por un lado, las cárcava en si mismo, ubicada al oeste del sistema de erosión, y por otro lado, la pluma de sedimentación, al este. (Fig 2)

La cárcava, que comenzó su desarrollo en el año 1978 (Argüello, *et al.* 2006), se extiende en el sentido oeste- este, excepto en una corta distancia al oeste, que acompaña a la ruta que une las

localidades de Monte Ralo y Río Tercero, con una longitud total aproximada de 20 km.

Su morfología interna es compleja y presenta en algunos sectores, un nivel de terraza importante, que indicaría dos eventos climáticos significativos. Uno de ellos en el año 1978 (Argüello *op. cit.*) y el otro en el año 2001, que fue de 240 mm en 1 hora 45 minutos, con un pico de 180 mm en la primer hora (Fig. 6). (comunicación personal Ing. Agr. Rossiano)



Figura. 6. A la izquierda se observa un nivel de terraza. A la derecha se observa la irregularidad interna de la cárcava.

A lo largo de su trayecto se presentan dos “saltos” erosivos muy notables, que han sido denominados Corralito I y Corralito II (Fig. 7).

La profundidad máxima aproximada que tiene Corralito I en la actualidad es de 15 m y un ancho de 3 m y Corralito II es de 20 m, con un ancho de 40 m. El ancho máximo observado en todo el

recorrido se ubica al final de la cárcava y es de 100 m aproximadamente (32° 00' S y 64° 05' O). Al final de su recorrido, se resuelve en una bifurcación, que se complementa con canales de evacuación realizados por los productores afectados.



Figura. 7. A la izquierda Corralito I y la derecha Corralito II-

El cálculo por cubillaje aproximado de materiales erosionado en la cárcava, sin considerar las secundarias, es de 6.319.283 m³. (Ver Tabla I)

SECTOR	LONGITUD	VOLUMEN
I	1.350 m	228.696 m ³
II	2.000 m	314.000 m ³
III	16.121 m	5.776.587 m ³
	19.471 m	6.319.283 m ³

Tabla 1. Longitud y volumen erosionado calculado para los tres sectores

La pluma de sedimentación se ubica en una línea de escurrimiento de rumbo ENE- SSO y cubre una superficie de 1576 has. El área cubierta es discontinua, con cárcavas de pequeñas longitudes y dimensiones en todo su recorrido. El espesor del sedimento no ha sido calculado por la gran

variación que presenta. Los sectores en donde el sedimento se ha acumulado con mayor potencia coinciden con las cubetas o lagunas temporarias, que de acuerdo a lo expresado por los productores puede llegar hasta a los 3 m

GRADO DE AFECTACIÓN POR SEPULTAMIENTO DE LOS SUELOS EN SITIOS ESPECÍFICOS

A los fines de estimar el daño producido, se consideraron tres casos testigos y se expresan en porcentaje de pérdida de calidad de suelos en hectáreas. (Fig.8)

En el sitio 1, sobre una superficie de 638 has, han sido afectadas 212 has (33%); en el sitio 2, sobre 175 has es de 55 has (31%) y en el sitio 3, sobre 94 has, es de 50 has (53%).

CONCLUSION

El área en estudio presenta dos sectores bien definidos, el de carcavamiento y el de sedimentación.

En el primero, la cárcava, produjo daños muy importantes porque afecta no solo a la transitabilidad y la desaparición de un camino vecinal, sino que además, en ciertos sectores, fueron afectados suelos de alta productividad. El

total de sedimento erosionado es de 6.319.283 m³ aproximadamente.

El segundo sector, el de sedimentación, el área afectada es de 1576 has., y en los casos testigos se evidencia en porcentajes, de qué manera, propiedades pequeñas han visto disminuido su potencial agrícola, con el consiguiente perjuicio económico.

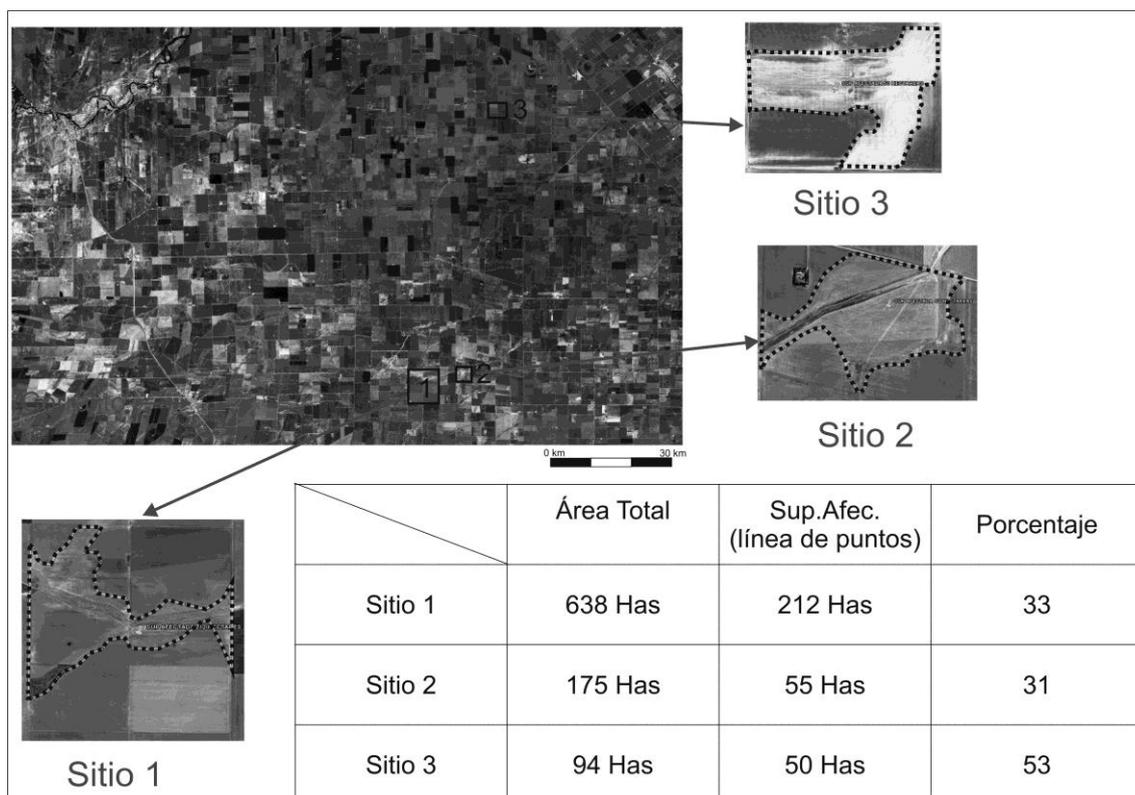


Figura.8. Sitios testigos de pérdida de calidad de suelos por sepultamiento.

REFERENCIAS

- Argüello, G.; Sanabria, J. A.; Balbis, A.. Caracterización textural de materiales parentales loésicos entre La Lagunilla y San Agustín (Depresión Periférica), Prov. de Córdoba. XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Carlos Paz. Córdoba. 1998
- Argüello, G. L.; Dasso, C. M.; Sanabria, J. A. Effects of intense rainfalls and their recurrence: Case study in Corralito ravine, Córdoba Province, Argentina. Edición especial de Quaternary International. "Holocene Environmental Catastrophes in South America: from the Lowlands to the Andes. Vol 158 December 2006. ISSN 1040-6182. Editores Piovano, Villalba, Leroy. Pág 140-146. 2006.
- Argüello, G. L.; Dasso, C. M.; Sanabria, J. A. Afectación de suelos por erosión hídrica en un sector de la Depresión Periférica, Córdoba, Argentina. Publicación en la página Web y en el CD del IV Congreso Nacional de La Ciencia del Suelo en Tarija, Bolivia. Página de la Universidad Autónoma de Juan Misael Saracho. 2006.
- Argüello, G.; Dasso, C.; Sanabria, J. Relación entre génesis de cárcavas y lluvias intensas en la zona central de la Provincia de Córdoba. Ed. INGEMA. ISBN 978- 987- 9390- 90. 2009
- Bassola, P.; Sanabria, J. A.; Mansilla, L. Susceptibilidad a la erosión de los suelos. Método de Van Zuidam y Cancelado modificado. 6to. Simposio Brasileiro de Geología y 1º Encuentro Geológico del Cono Sur. Porto Alegre. Brasil. 1995.
- Capitanelli, R. Capítulo V. Geomorfología. En: Boldt (Eds) Geografía Física de Córdoba. Bs. As. Pp. 213- 297. 1979.
- Carta de Suelos de la República Argentina. Hojas 3363--32 "Oncativo" (1987)
- Carta de Suelos de la República Argentina Hoja 3363- 1- "Río Tercero" (2003)
- Doëring, A. La formation Pampèene de Córdoba. Revista del Museo de La Plata 14: 461- 465. 1907.
- Sanabria, J.; Argüello, G.; Manzur, A. Aplicación del Método de Van Zuidam y Cancelado, para la evaluación de la erosión en un sector de la Depresión Periférica, Prov. de Córdoba, Argentina. XIII Congreso Latinoamericano de Suelos. Aguas de Lindoia. San Pablo. Brasil.. 1996.

- Sanabria, J. A.; Argëllo, G. Aspectos geomorfológicos y estratigráficos en la génesis y evolución de la Depresión Periférica, Córdoba. II Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Tucumán. 2003.
- Sanabria, J. A.; Argüello, G. L.; Dasso, C .M. 2004. Erosión hídrica en el centro de la provincia de Córdoba. Caracterización general. Sinergia Primer Congreso de Geotecnia, Presas y Geología. Córdoba, 18 al 23 de octubre de 2004. Resumen en actas y trabajo completo en CD. 2004.
- Sanabria, J. A.; Argüello, G. L.; Dasso, C. Hydric Erosion Processes in Córdoba plain. Volumen de Abstracts del Congreso de ICSU DARK NATURE – IGCP 490 Third Joint Meeting “Holocene environmental catastrophes in South America: From the lowlands to the Andes”. Pág 63- 69. 2005.