



EL PAISAJE DE LOMADAS ARENOSAS (CORRIENTES, ARGENTINA) DESDE EL PLEISTOCENO SUPERIOR A LA ACTUALIDAD

*Félix Ignacio Contreras*¹²
*Silvina Andrea Contreras*¹²
*Cecilia Romina Méndez*¹
*Mariana Noemí Baruzzo*²
*Elsie Araseli Ojeda*³
*Ivana Evelin Kovalsky*⁴²

(Manuscrito recibido el 22 de febrero de 2018, en versión final 22 de mayo de 2018)

Para citar este documento

Contreras, F.I., Contreras, S.A., Méndez, C.R., Baruzzo, M.N., Ojeda, E.A., Kovalsky, I.E. (2018). El paisaje de lomadas arenosas desde el Pleistoceno superior a la actualidad. *Boletín geográfico*, 40(1), 30-50.

Resumen

El paisaje en sí es la suma de elementos naturales y humanos que, mediante su presencia, distribución e interacción, se combinan a través del tiempo para dar forma a un determinado lugar. En este marco, el agua posee un rol fundamental en la configuración del paisaje de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes, tanto en su origen, como en su modelado a través del tiempo y que en el presente se manifiesta en los patrones espaciales de los elementos que lo constituyen. Este trabajo tiene por objetivo dar a conocer cómo ha evolucionado la región de lomadas arenosas, desde su origen hasta la actualidad, estableciendo comparaciones entre las reconstrucciones ambientales de los estudios paleontológicos de la región y las observadas hoy en día mediante imágenes satelitales y posteriores visitas a campo, la aplicación de análisis

¹ Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET–UNNE). R Provincial 5 Km 2,5 (3400) Corrientes. e-mail: figcontreras@hotmail.com, ceci_crm@live.com

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. e-mail sailcontreras11@gmail.com, marianoemibarruzo@gmail.com

³ Instituto de Investigaciones Geohistóricas (CONICET – UNNE). Avda. Castelli 930 (3500) Resistencia, Chaco. e-mail: araseliojeda@hotmail.com

⁴ Instituto de Botánica del Nordeste (CONICET – UNNE). Sargento Cabral 2131 (3400). Corrientes. e-mail: evelinkov@yahoo.com.ar

espaciales mediante el uso de los sistemas de información geográfica y el conocimiento de la distribución de lagunas ubicadas sobre las mismas, ya que constituyen el principal elemento natural del paisaje. Los resultados demostraron la importancia de la actividad fluvial en las características de los distintos ambientes de las lomadas y cómo fueron cambiando en el pasado reciente de la región, llegando con características similares a las actuales para el Pleistoceno, principalmente por disponibilidad de agua y la distribución de la vegetación. Además, mediante el uso de los modelos digitales de elevación se pudo comprobar que las lomadas arenosas poseen un gradiente topográfico que va disminuyendo desde el vértice del paleoabanico aluvial del río Paraná hacia su base con dirección E-O o NE-SO según la lomada que se tratase. Por último se destaca la importancia de la cantidad y distribución de lagunas sobre este paisaje que, dada su densidad, representa uno de los sitios más importantes de la República Argentina.

Palabras clave: Lomadas arenosas – Paisajes – Evolución del Paisaje – Corrientes

THE SANDY HILL LANDSCAPE (CORRIENTES, ARGENTINA) FROM LATE PLEISTOCENE TO THE PRESENT

Abstract

The landscape is the sum of natural and human elements. The presence of these elements, their distribution and interaction are combined throughout time to give shape to a particular place. In this context, water plays a fundamental role in the configuration of sandy hills landscape in Corrientes province, both originally and the modeling evolving over time, nowadays manifested by spatial patterns. The aim of this paper is to show the evolution of sandy hill region from the late Pleistocene to the present. The results were obtained due to the comparisons between the environmental reconstructions of the paleontological studies and the current situation of the region, besides the application of spatial analysis with geographic information systems and the knowledge of their shallow lakes distribution, since they constitute the main natural element of the landscape. The Corrientes landscape described to the Late Pleistocene is very similar to current landscape mainly to the water availability and the vegetal distribution. Using digital elevation models a topographic gradient in the sandy hills was observed and it showed decreases from the Paraná River alluvial fan apex to its base, with E-W or NE-SW direction. The Sandy Hill Landscape of Corrientes is one of the most important regions of Argentina due to their density, quantity, and distribution of the shallow lakes on the landscape.

Keywords: Sandy hills – Landscape – Landscape evolution – Corrientes

Introducción

La provincia de Corrientes se caracteriza por sus paisajes íntimamente ligados con el agua, ya sea por la presencia de dos de los principales ríos de la Argentina (Paraná y Uruguay), numerosos cursos autóctonos o bien por grandes extensiones de humedales localmente conocidos como esteros, cañadas y bañados, acompañados de un gran número de lagunas de distintos orígenes y dinámicas geomorfológicas muy diferentes pese a encontrarse muy próximas entre sí.

En esta investigación se propone combinar el análisis de imágenes satelitales y reconocimiento en terreno, conjuntamente con la revisión de resultados de investigaciones previas generadas por el grupo de trabajo. Con ello se pretende contribuir con el conocimiento de las características geográficas -principalmente físicas- que se presentan en el paisaje de lomadas arenosas en la provincia de Corrientes, ya que las mismas ofrecen espacios elevados respecto de la planicie anegadiza circundante, lo que expone al paisaje a sufrir transformaciones en búsqueda del desarrollo humano en la región.

“La diferenciación de los elementos morfológicos fundamentales abre una amplia gama de posibilidades de valoración cuantitativa con el objetivo de analizar la situación en un momento dado, así como la evaluación de los cambios a lo largo del tiempo y su incidencia paisajística, ecológica, etc. En definitiva, la superficie, la forma, el número y la disposición de los elementos del paisaje condicionan de forma clave su realidad y su dinamismo, así como también sus perspectivas futuras” (Vila, Varga, Llausàs, y Ribas, 2006: 156). Conocer las características naturales del paisaje de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes constituye un punto de partida a la hora de interpretar la presión que ejerce la población sobre el mismo. El valor de los estudios geomorfológicos se centra en el conocimiento de las características y la dinámica de un área dada, ya que resultan de fundamental importancia para determinar los posibles impactos, tanto actuales como potenciales, que pueden generarse por la acción antrópica y/o por el mismo dinamismo natural. En este sentido, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y los sensores remotos brindan herramientas a los estudios geomorfológicos, que sirven como base en la interpretación de imágenes satelitales o en complejos análisis espaciales que permiten comprender y muchas veces fundamentar la dinámica de los procesos interactuantes. En este caso, estos instrumentos facilitan la clasificación de formas y los procesos, que posteriormente pueden ser tenidos en cuenta al momento de diferenciar regiones entre sí o bien subclasificar al paisaje en cuestión.

Por otra parte conocer las características propias de un determinado paisaje exige, de por sí, conocer su pasado y comprender sus etapas de evolución hasta llegar a su situación actual. Es decir, comprender que aquello que se observa en el presente es el resultado de la interacción de procesos endógenos y exógenos, tanto actuales como pasados y que son igual de importantes los lentos procesos asociados a la geología y grandes cambios climáticos, según una escala de tiempo antrópica; como así también, de aquellos que ocurren de manera rápida como respuesta a procesos geomorfológicos y a la variación climática local.

En este marco, el objetivo de este trabajo es dar a conocer cómo se ha ido organizando el paisaje natural de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes desde el Pleistoceno Superior a la actualidad, mediante la comparación de las interpretaciones paleoambientales registradas en los fósiles con el empleo del análisis espacial proveniente de modelos digitales de elevación (MDE) y estudios de cobertura del suelo de imágenes satelitales.

Materiales y métodos

La digitalización, tanto de las lomadas arenosas como de las lagunas que en ella se encuentran, consistió en la generación de polígonos de forma manual mediante el uso del software Google Earth y corregidos mediante la herramienta reshape de ArcGIS 10.1, utilizando las imágenes del World Imagery. A fin de delimitar las cubetas con la mayor precisión posible, para la generación de los polígonos se utilizó una altura de ojo que no superara los 100 m. Se recurrió a la utilización de las imágenes de alta definición suministradas por este software y no imágenes de Landsat, ya que estas últimas poseen un pixel de 30 m, por lo que un gran número de lagunas, como así también sus perímetros, no eran claramente identificables.

Para generar un MDE mediante el software Global Mapper 15.1, se ha descargado la imagen Shuttle Radar Topography Mission (SRTM por su sigla en inglés) de 3 arcos por segundo (resolución de 90 m) de la provincia de Corrientes. Posteriormente fue exportada como un archivo ráster en formato GeoTIFF, para luego ser analizada mediante los software ArcGIS 10.1 y SAGA GIS 2.2.

Las comparaciones entre las reconstrucciones ambientales de los estudios paleontológicos de la región y la situación actual se realizaron teniendo en cuenta la bibliografía encontrada y trabajos previos realizados por el grupo de trabajo de vertebrados del Cuaternario del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET – UNNE).

Resultados y discusión

El río Paraná ingresa a la planicie mesopotámica generando un gran abanico aluvial o mega abanico, que se extiende 260 km de E a O y 500 km de N a S, ocupando el sur del Paraguay y el noroeste de la provincia de Corrientes. Durante el Cuaternario Superior, el Paraná fue creando cursos relativamente estables que finalmente fueron abandonados por la corriente principal y sustituidos por grandes áreas anegadizas localmente conocidas como esteros (Contreras, 2011). Un abanico aluvial corresponde a una acumulación en forma de conoide de materiales clásticos, situadas aguas abajo de una ruptura de pendiente y que se ha generado como consecuencia de la pérdida de encajamiento del canal principal alimentador del sistema fluvial (Colomba, 2010).

El curso actual del río cruza el abanico con dirección E-O; con una red de avenamiento en la cual se observan islas y bancos elípticos de arena (Iriondo y Paira, 2007). Movimientos tectónicos que datan del Plioceno fueron alterando la disposición

de los grandes bloques del terreno desencadenando cambios en el diseño de escurrimiento de las aguas superficiales (Orfeo y Neiff, 2008). Así, el cauce del Paraná fue desplazándose paulatinamente hacia el noroeste hasta ocupar su actual posición a fines del Pleistoceno.

Durante su desplazamiento, el Paraná ocupó sucesivamente diferentes tramos del río Paraguay y, en consecuencia, la confluencia de ambos ríos fue migrando progresivamente hacia el norte (Orfeo y Neiff, 2008). El paso del río Paraná a través de la región del Iberá quedó grabado en la traza de antiguos cauces abandonados constituidos por sedimentos pliocenos correspondientes a la Formación (Fm) Ituzaingó. La misma está constituida por areniscas cuarzosas medianas, ocasionalmente gruesas y hasta conglomerádicas, de colores amarillo a pardo rojizo, deleznable a consolidadas y con clara estratificación entrecruzada típica de corrientes fluviales. Estos depósitos indican que el antiguo curso fluvial se comportó como un río arenoso y entrelazado debido al efecto de antiguas barras transversales (Jalín, 1988), similares a las que se desarrollan actualmente (Orfeo, 1996). Los canales abandonados fueron sucesivamente ocupados por cursos autóctonos (como el San Lorenzo, Empedrado, Sombrero y Riachuelo), esteros y bañados (Castellanos, 1965), entre ellos, los esteros Batel y Batelito y lagunas que, bajo un clima subtropical semejante al actual (Morton, 2004), fueron rápidamente colonizadas por bivalvos dulceacuícolas y vegetación de escaso porte (Morton y Jalín, 1987).

En la provincia de Corrientes, el paleoabanico fluvial del Paraná comprende tres regiones fisiográficas, el triángulo de la capital, la cuenca Iberana y los bajos del río Corrientes de acuerdo con la clasificación fisiográfica de Bruniard (1966) (Figura 1).

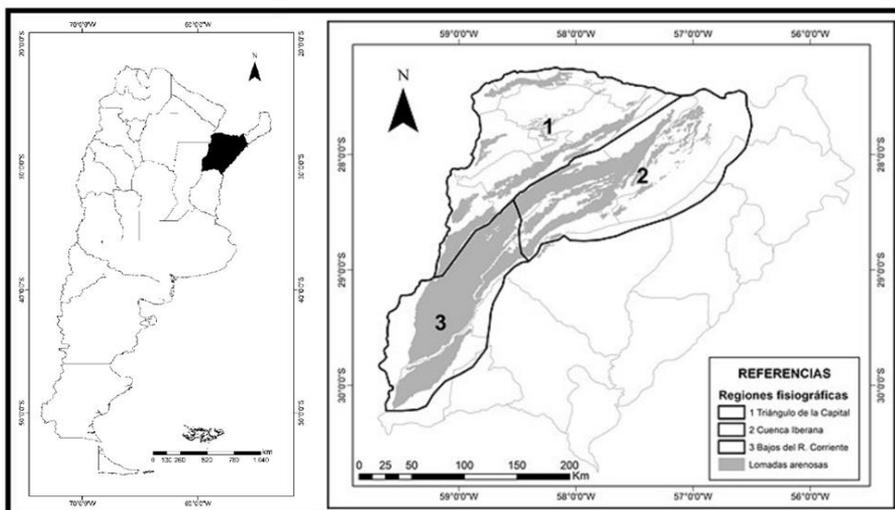


Figura 1. Distribución de las lomadas arenosas y delimitación de las regiones fisiográficas. Fuente: elaboración personal con base en Bruniard (1966).

Por otra parte, Popolizio (1984) incluye al mega abanico aluvial del río Paraná dentro de la región de “Lomas y Esteros Correntinos” que limita hacia el E con los Esteros del Iberá y río Corriente y señala también que la misma se encuentra constituida por lomas arenosas dispuestas en abanico con centro aproximado en Posadas (Misiones) y que se extiende hacia el N hasta los Esteros del Ñeembucú (Paraguay). Posteriormente Popolizio (1985) renombra a la región “Lomas y Planicies Embutidas”, trasladando el vértice de inicio a la localización de la ciudad de Ituzaingó (Corrientes). Por lo expuesto y para tomar posición frente a los diferentes autores, de aquí en adelante se hará referencia a la región de “Lomadas Arenosas”. Las lomadas, principalmente las de mayor extensión y con dirección NE – SO, son más angostas en las cabeceras y se van ensanchando hacia la zona distal del mega abanico aluvial del río Paraná. Según Colomba (2010: 162), “... en la mayoría de los casos, cuando la génesis de los abanicos es policíclica, es decir sus materiales han sido trabajados repetidas veces, es la zona del cuerpo y sobre todo la zona del pie del abanico, las que adquieren un desarrollo muy notable”.

Se aplicó el MDE de la Lomada Norte (Figura 2) y se observa cómo las alturas van disminuyendo desde el vértice hacia la base, patrón que se repite en las demás lomadas arenosas, lo cual es una característica común en los abanicos aluviales. Por otra parte, los sectores aislados más elevados corresponden a la presencia de forestaciones o isletas boscosas, ya que las imágenes SRTM las considera como alturas del terreno.

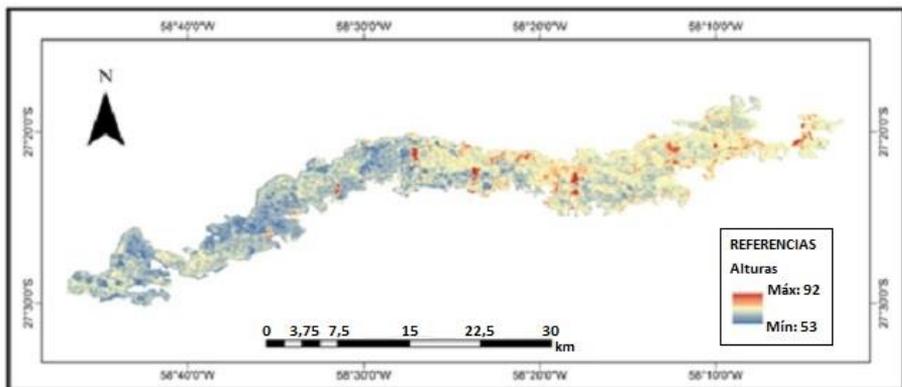


Figura 2. Modelo Digital de Elevaciones de la Lomada Norte (Corrientes, Argentina) Fuente: elaboración personal con base en imágenes SRTM (3 arc/s).

La Figura 3 muestra la dirección de la pendiente de la Lomada Norte analizada por 62.458 píxeles. Se observa cómo -si bien se presentan direcciones en todos los sentidos- existe una tendencia de la pendiente general hacia el O. No obstante, cuando se distribuyen los resultados en cuatro direcciones (N, S, E y O), se evidencia un amplio predominio de las pendientes hacia el S y N, dado que la dirección general de

la Lomada Norte es E – O y sus pendientes van perpendiculares a ella. Por otra parte, en el gráfico de elevaciones, se observa que el 12 % de la superficie de la Lomada Norte posee una altura de 66,5 m.

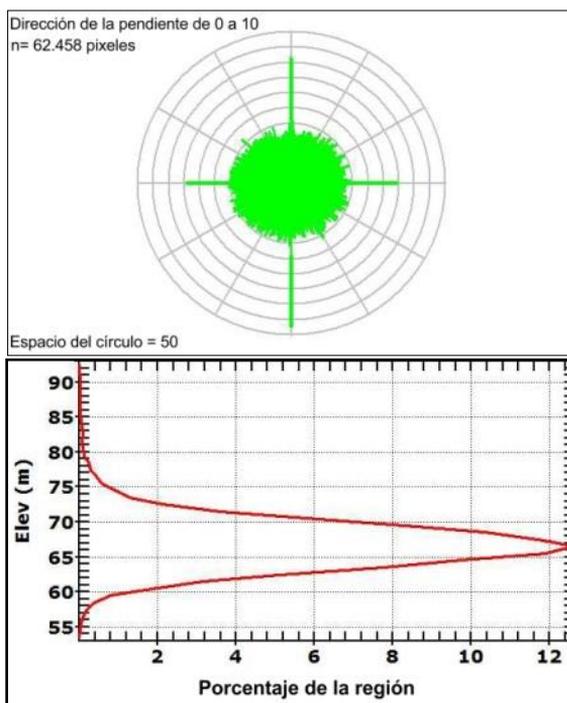


Figura 3. Dirección de la pendiente en la Lomada Norte (Corrientes, Argentina) (arriba) y porcentaje de las alturas de la Lomada Norte (abajo). Fuente: elaboración personal con base en imágenes SRTM (3 arc/s).

Aspectos Geológicos de las lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina)

En términos geológicos, se puede considerar al paisaje de lomadas arenosas como uno de los más jóvenes de la provincia de Corrientes, ya que sobre ellas afloran las formaciones (Fm) geológicas Ituzaingó y Toropí/Yupoí (Figura 4), siendo la primera la más antigua con aproximadamente 5 millones de años. En este sentido, se considera que para comprender el paisaje actual es preciso describir la evolución del mismo partiendo desde el Plioceno Inferior, momento en el cual se estima el origen de la Fm. Ituzaingó.



Figura 4. Barrancas de Empedrado (Corrientes, Argentina). Formación Toropí / Yupoí y Formación Ituzaingó. Fuente: fotografía de Julio César Meza. Año 2014.

Formación Ituzaingó

La Fm. Ituzaingó está distribuida a lo largo del lineamiento Paraguay-Paraná desde Asunción (Paraguay) hasta la depresión del río Salado en la provincia de Buenos Aires, cubriendo una superficie de 120.000 km² (Iriondo, 2010). Los afloramientos comienzan desde la localidad de Ituzaingó (Corrientes), llegando hasta Paraná (Entre Ríos), pero también afloran en regiones interiores de ambas provincias (Anzotegui y Lutz, 1987). En Santa Fe y Buenos Aires se encuentra en el subsuelo (Arenas Puelches) (Iriondo, 1999). En la provincia de Corrientes presenta una amplia distribución sobre el NO y se desarrolla en la margen izquierda del río Paraná, desde unos 30 km al E de la localidad de Ituzaingó hasta el río Guayquiraró al S (Herbst, 2000). A lo largo de su historia ha sido denominada de diferentes modos. Es conocida como Serie Mesopotámica, Mesopotamiense, Asperón Guaranítico, Estratos Araucanos. Hacia la provincia de Entre Ríos también se la denominó como Fm. Entre Ríos, Rionegrense y Puelchense (Herbst, 2000).

Se caracteriza por ser el depósito fluvial del río Paraná (Iriondo, 1999) y está compuesta básicamente por arenas y areniscas con diverso grado de compactación (de sueltas, friables a sumamente duras por sedimentación con óxidos o hidróxidos de hierro y sílice). La granulometría varía desde arenas y areniscas de grano fino, mediano hasta gruesas (encontrando conglomerados bien definidos). En varias localidades se intercalan cierta cantidad de lentes de material más fino, limolitas y limo-arcilitas (Herbst, 1971).

Comenzó a depositarse cuando el río Paraná apareció en la llanura argentina y lo continúa actualmente (Iriondo, 1999). Estiman una edad entre el Mioceno Superior y Plioceno (Morton, 2004) aunque otros autores, en función de las relaciones estratigráficas que guardan con las formaciones infrayacentes y suprayacentes, la calculan entre el Plioceno Superior y Pleistoceno Inferior (Herbst y Santa Cruz, 1985; Morton y Jalfin, 1987). Tuvo su mayor desarrollo durante el Plioceno y Pleistoceno inferior (Iriondo, 1999).

Los hallazgos fosilíferos de la Fm. Ituzaingó no han sido abundantes, pero han brindado diversos fósiles principalmente de plantas e invertebrados dulceacuícolas (Herbst, 2000). Para la provincia de Corrientes se citan trabajos de moluscos, maderas, impresiones, cutículas y polen (Herbst y Camacho, 1971; Anzotegui, 1978; Lutz, 1991; Morton, 2004). Según Morton (2004: 48) “durante la depositación de la Fm Ituzaingó imperaba un clima subtropical y los bivalvos hallados estarían limitados al ámbito lacunar, borde de cuenca, someros, donde fueron hallados”. Actualmente, uno de los autores está realizando un estudio prospectivo de micro restos silíceos sobre estos sedimentos.

Formación Toropí – Yupoi

Son formaciones cuaternarias que, de abajo hacia arriba, se ubican la Fm. Toropí y la Fm. Yupoi (Herbst y Álvarez, 1977) y según Carlini, Zurita, Gasparini, y Noriega. (2003) estas unidades representan depósitos de inundación, con una amplia distribución, abarcando gran parte del sector occidental y oriental de la provincia, paralelo a los ríos Paraná y Uruguay, respectivamente (Herbst y Álvarez, 1977). La Fm. Toropí aflora en gran parte de las barrancas del río Paraná, desde Ituzaingó en el E y desde Corrientes hacia el S, hasta el límite con Entre Ríos. También se encuentra en ríos y arroyos afluentes del Paraná y en la costa E en el río Uruguay y ríos interiores como el Miriñay (Herbst y Santa Cruz, 1985). Con una edad estimada a partir del Pleistoceno medio-Superior (Ensenadense), su afloramiento más importante se desarrolla en el arroyo Toropí al S de Bella Vista con un espesor de 6-8 metros; aunque su espesor en general es de menor desarrollo (Herbst y Santa Cruz, 1985; Aceñolaza, 2007). Se caracteriza por areniscas muy pelíticas, que varían de color grisáceas a verdosas (Capurro & Escobar, 1999). Representa una facie fluvial que se desarrolló sobre la Fm. Ituzaingó, en la amplia planicie del centro-oeste de Corrientes donde circulaban los antiguos cauces del río Paraná (Aceñolaza, 2007).

La Fm. Yupoi es la formación pleistocena con mayor difusión areal en la provincia y varía en espesor, encontrando los máximos sobre las barrancas del río Paraná con 8–10 metros (Herbst y Santa Cruz, 1985), se la estima a partir del Pleistoceno Superior-Holoceno (Lujanense) (Aceñolaza, 2007). Presenta areniscas muy pelíticas a pelitas muy arenosas, que va de coloración grisácea, verdosa, rosada a castaño (Capurro & Escobar, 1999). Ocasionalmente se intercalan capas de poco espesor de areniscas ocráceas y blanquecinas o capas arcillosas oscuras. Se depositó bajo condiciones menos húmedas que las actuales, vinculado a ambientes fluviales y pantanosos (Herbst & Santa Cruz, 1985; Aceñolaza, 2007).

La mayoría de los hallazgos fosilíferos en ambas formaciones está dada por vertebrados, sobre todo por la presencia de mamíferos (Zurita & Lutz, 2001; Carlini, Zurita, Gasparini & Noriega, 2004). Según Tomassini, Miño Boilini, Zurita, Montalvo, y Cesaretti (2015: 286) “... desde el punto de vista faunístico, en la Fm Toropí/Yupoí se recuperaron taxones típicamente pampeanos (e.g., *Toxodon platensis*, *Notiomastodon platensis*, *Neosclerocalyptus paskoensis*, *Pampatherium typum*) junto con otros de afinidades brasílicas (e.g., *Boa constrictor*, *Holmesina paulacoautoi*, *Tapirus sp.*)”.

Las formaciones pleistocenas han estado bajo diversas controversias en los últimos años. Herbst (1971) consideró originalmente a ambas formaciones como una sola unidad, denominándola Fm. Yupoí. Posteriormente, Herbst y Álvarez (1974) teniendo en cuenta la presencia de mamíferos fósiles dividieron a esta unidad en dos formaciones: Toropí (con la presencia de *Theriodictis sp.* y *Scelidodon sp.*) y Yupoí (con *Megatherium sp.*, *Euphractus sp.* y *Equus sp.*). Sin embargo, tal división mediante la presencia de dichos mamíferos no es posible ya que estudios posteriores amplían el biocron de los ejemplares (Zacarías *et al.*, 2014). Además, teniendo en cuenta la similitud mineralógica entre ambas formaciones, algunos autores (Iriando, 2010; Iriando & Kröhling, 2008) consideraron a ambas unidades como una sola, bajo la denominación de Toropí/Yupoí. Iriando (1999) toma a la discordancia observada como límite entre ambas, como un carácter intraformacional. Teniendo en cuenta las descripciones paleoambientales y climáticas, las variaciones entre ambas estarían dadas posiblemente por las condiciones de variabilidades climáticas complejas en el contexto geoclimático del MIS 3 y de los eventos de El Niño y La Niña, donde hubieron variaciones en la temperatura y humedad (Zacarías *et al.*, 2014). Inicialmente, las formaciones Toropí y Yupoí fueron asignadas al Ensenadense (ca. 2-0,5 Ma) y al Lujanense (ca. 0,13-0,008 Ma), respectivamente, pero nuevos análisis arrojaron para la unidad una edad Lujanense (58 ka y 36 ka) (Miño Boilini, Cerdeño, & Bond, 2006). El hecho de encontrar faunas de pisos inferiores podría estar dada por casos de supervivencia o a un desconocimiento de la distribución estratigráfica real de los grupos, también observados en otras asociaciones paleofaunísticas (Miño Boilini, Zurita, Bond, Francia & Soibelzon, 2012). Del mismo modo Tomassini *et al.* (2015) mencionan que la conservación de los fósiles en la Fm. Toropí/Yupoí se encuentra relacionada con la exposición a eventos de inundación, a los que se le suman fluidos ricos en hierro (Fe) que favorecieron la permineralización de los distintos elementos microestructurales (e.g., canales vasculares, lagunas de osteocitos, canalículos) y el relleno de las microgrietas radiales.

Para Tomassini *et al.* (2015) la formación de los óxidos se produjo a partir de la precipitación del Fe que estaba disuelto en los fluidos circulantes. El comportamiento de las diferentes formas de hierro depende directamente de las condiciones de reducción/oxidación y acidez/alcalinidad. Si bien no se conocen con certeza los parámetros exactos, la precipitación de los óxidos de hierro está asociada a entornos alcalinos y oxidantes es decir, con valores altos de pH y de Eh (Luque *et al.*, 2009). El comportamiento de las distintas formas de Fe probablemente estuvo vinculado a la circulación de fluidos en los depósitos de llanura de inundación; durante los períodos

de saturación en agua habría permanecido en su fase soluble y móvil, mientras que durante los períodos de sequía y aridez precipitó en forma de óxidos.

El hierro es un mineral muy común en los ambientes oxigenados de un lago. Puede aparecer en forma de carbonato de hierro, esencialmente siderita y ankerita, en forma de sulfuros como la pirita, o de óxidos de hierro y de hierro y manganeso, más o menos complejos, siendo los más comunes la goetita y la limonita. En cuanto a su procedencia, esta puede ser muy diversa. La erosión de rocas cristalinas presentes en su cuenca de drenaje es una fuente de abundante hierro y manganeso. El hierro acumulado en perfiles edáficos en diversos puntos de la cuenca de drenaje que son erosionados puede llegar al lago en forma coloidal o asociado a minerales de arcilla junto con otros sedimentos detríticos (Fregenal Martínez & Melendez, 2010).

La degradación orgánica de restos vegetales en el lago o en su entorno es una fuente importante y favorece a la solubilidad del hierro facilitando su transporte en aguas superficiales y subterráneas (Jones & Bowser, 1978). Es común que aparezca reemplazando estructuras orgánicas de restos fosilizados de organismos (Briggs, Wilby, Pérez Moreno, Sanz & Fregenal Martínez, 1995). En sedimentos palustres edafizados el hierro es un componente habitual y llega a encontrarse en gran abundancia en suelos formados en condiciones tropicales y subtropicales de tipo laterítico (Fregenal Martínez & Melendez, 2010).

En Contreras (2016a) se demostró la existencia actual de hierro, tanto en aguas superficiales como subsuperficiales, obteniendo concentración entre 0,449 – 0,791 mg/l para el agua del área limnética de las lagunas; 0,992 mg/l para el agua extraída de la perforación previas a las lluvias y 2,631 mg/l para el agua de la perforación realizada posteriormente a las lluvias.

Cualquiera sea el material que descende, al llegar a la capa impermeable (napa colgada) subsuperficial ubicada a 1,80 m de profundidad aproximadamente, comienza una migración horizontal y no vertical. De esta manera irían quedando espacios vacíos en determinados lugares, que al compactarse darían lugar a depresiones. Lo importante de destacar en estos procesos es el rol fundamental de esa capa impermeable y la generación de la napa colgada, ya que facilita el transporte de los materiales más finos entre los más gruesos.

Cambios climáticos y de vegetación de la región

Actualmente, la provincia de Corrientes se caracteriza con un clima subtropical húmedo y templado cálido, con estación estival calurosa y seca e inviernos con pocas heladas. Fitogeográficamente, el sector NO de la provincia integra el Chaco Húmedo (Poi & Galassi, 2013). El sector chaqueño en la provincia ocupa específicamente la mitad occidental de la misma, con una superficie de 4.694.200 ha. Confina por el O y N con el río Paraná; al E con la gran planicie de erosión oriental y hacia el SE con la provincia del Espinal (Carnevali, 1994).

Teniendo en cuenta los registros fósiles citados para las distintas formaciones de la provincia, se pudieron estimar las características ambientales y climáticas a lo largo de la historia de las lomadas arenosas. Todavía se requiere más información, es por ello que actualmente es objeto de estudio de uno de los autores.

Al NE y SO de Corrientes en la Formación Ituzaingó, los distintos restos vegetales encontrados (polen, impresiones, maderas) mostraron la presencia de especies Paranaenses típicas de las selvas marginales junto a bosques xerófilos semejantes al bosque chaqueño (Anzotegui & Lutz, 1987). Este hecho indicaría que en este sector durante el Plioceno existía un ecotono entre ambas regiones fitogeográficas (Anzotegui & Lutz, 1987) y se habrían desarrollado bajo condiciones de clima cálido a templado-cálido en un ambiente fluvial (Zucol, Brea, Lutz, & Anzotegui, 2004).

Por otro lado, las formaciones pleistocenas presentan información prácticamente de restos de vertebrados. La Fm. Toropí se caracteriza por una fauna adaptada a condiciones semiáridas-áridas y frías (Francia & Ciancio, 2013), con un predominio de zonas abiertas de pastizales y, en algunos casos, parcialmente arboladas (Zurita & Lutz, 2002). Por otro lado, en la Fm. Yupoí, más reciente, se encontraron elementos adaptados fundamentalmente a climas cálidos y húmedos y ambientes boscosos y selváticos, lo que habría favorecido el ingreso de elementos brasílicos a la Mesopotamia, durante el último interglacial (Gasparini & Zurita, 2005). De igual modo, la presencia de taxones como *Toxodon*, en ambas formaciones indican ambientes con cuerpos de agua estable (Carlini *et al.*, 2004), similar a lo observado a través de la mineralogía, como un relleno de ambientes de humedales acumulado en fajas abandonadas por el río Paraná (Iriondo, 2010). Además, Erra, Osterrieth, Zurita, Francia, y Carlini. (2013) realizaron un análisis fitolítico sobre la Fm. Toropí/Yupoí, que reportó la presencia de elementos de gramíneas (*Pooideae*, *Chloridoideae* y *Panicoideae*). Estos micro restos indicarían ambientes fluviales-lacustres abiertos con dominancia de comunidades de gramíneas.

Teniendo en cuenta los fósiles hallados, los ambientes del Pleistoceno estarían caracterizados por el desarrollo de espacios principalmente abiertos con pastizales y palmeras presentes sobre las márgenes de un sistema fluvial, en un clima relativamente cálido y seco, pudiendo estar acompañada también de vegetación arbórea. Además, se propuso que, al menos durante un intervalo del Pleistoceno Tardío, este sector de la región mesopotámica estuvo sujeto a variaciones climáticas, con alternancias de períodos fríos y áridos/semiáridos y períodos cálidos y húmedos (Carlini *et al.*, 2003; Erra *et al.*, 2013).

Por otro lado, sedimentos del Holoceno no han sido analizados sobre este sector, pero sí se conocen de formaciones vecinas. En general, el clima que caracterizaba a la llanura Chaco-Pampeana durante el Holoceno era tropical y subtropical húmedo (8,5-3,5 ka AP) en sus comienzos (el Pequeño Óptimo Climático) a subtropical seco (3,5-1,0 ka AP) en la parte superior, con una pequeña Edad de Hielo, que afectó a la Patagonia y zonas cercanas (Iriondo & García, 1993; Benedetto, 2010). Además, Iriondo y García (1993) mencionan que sobre la cuenca del río Uruguay hay indicios de pulsos climáticos tropicales entre 1,4 y 0,7 ka AP. Destacan desde un punto de vista climatológico, que durante ese período se intensificó la influencia del Anticiclón del Atlántico Sur, con la advección de aire cálido y húmedo, principalmente en la primavera, aumentando la temperatura media y desplazando hacia el S las zonas

climáticas tropicales. Luego, el clima fue cambiando hasta presentar la condición actual.

Un estudio realizado sobre sedimentos holocenos (ca. 9,5 ka AP hasta la actualidad) en las barrancas del río Bermejo en el SE de la provincia de Formosa mostró la presencia de fósiles vegetales, como distintas impresiones de helechos y gramíneas (Contreras & Lutz, 2014; Contreras, Lutz, y Zucol, 2015), restos de polen junto con distintos micro restos silíceos (Contreras, 2010; 2016b). Entre los micro restos, predominaron los elementos de gramíneas y asteráceas y, sobre todo, para el Holoceno Superior, elementos de palmeras. Por lo que, en este sector durante el Holoceno, el Chaco Húmedo estuvo dominado por comunidades de gramíneas pero variando de pastizales y humedales en distintas oportunidades. En general, los microfósiles muestran un ambiente holoceno relativamente húmedo, con períodos secos marcados, pero no variaron mucho en los últimos miles de años. Por lo que Contreras (2016b) concluye que la presencia y abundancia de bosques con taxa de linaje amazónico que caracterizan ese sector de la región actualmente fue dada en un corto período de tiempo acompañando la migración del río Bermejo. Así, la heterogeneidad con la cual se representa la vegetación actual del Chaco Oriental es una característica moderna.

Por su parte Fernández Pacella, Garralla, y Anzótegui (2011) con base en una reconstrucción palinológica en los esteros del Iberá describen una situación similar para el extremo oriental del área de estudio. Se concluye que alrededor de 6,0 ka AP predominó la vegetación herbácea en un clima húmedo y que este período húmedo finalizó hacia los 5,2 ka AP tendiendo a condiciones climáticas más secas ya que entre 5,17 y 3 ka AP aproximadamente se establece la vegetación de bosque xerohalófilo, la colmatación del espejo de agua y la aparición de embalsados. A partir de los 3,5 ka AP la frecuencia y variedad de especies características de ambientes húmedos aumenta predominando las especies palustres-herbáceas, además del desarrollo del bosque higrófilo, antecesores de las asociaciones actuales.

Con el desarrollo de esta investigación se observó que en la actualidad existe un predominio de palmares distribuidos sobre las lomadas arenosas, en espacios abiertos con pastizales, pero a diferencia de los ambientes del pasado de la región, en el presente no se corresponden con sistemas fluviales, sino con sistemas de lagunas o superficies anegadizas, relacionadas con sectores de interconexión entre lagunas (Figura 5).



Figura 5. Delimitación de palmares. Departamento Concepción, Corrientes. Año 2007

Mediante la observación de imágenes satelitales se pueden distinguir con claridad los tres tipos de formaciones vegetales descritas por Carnevali (1994): pastizales, palmares y selvas marginales o ribereñas (Figura 6).

Pastizales: ubicado sobre planicies arenosas pardo amarillentas, cordones arenosos en abanico, complejos aluviales e islas arenosas con Entisoles perfectamente drenados, poco o medianamente profundos, a veces por hidromorfismo temporario por falsa napa, desde anegables a inundables. Se compone principalmente de *Andropogon lateralis*, acompañados de *Sorghastrum agrostoides*, *Paspalum plicatulum*, *Digitaria swalleniana*, *Tridens brasiliensis* y en ocasiones, *Deyeuxia splendens*, *Briza uniolae*, *Digitaria insularis*, *Eupatorium candolleianum* e *Hyptis lappacea*.

Palmares de *Butia Yatay* y *Butia Paraguayensis*: se encuentran ubicados preferentemente en las lomadas de arena rojiza. En el cordón arenoso oriental forman una amplia faja con cierta discontinuidad, desde la localidad de Loreto descendiendo al SO por San Miguel, Santa Rosa, 6 de Julio hasta las proximidades del río Corriente. Otra faja más corta y menos densa se desplaza sobre el cordón arenoso occidental, entre Caá Catí y Mburucuyá. Se desarrolla sobre suelos levemente ondulados, de textura superficial por lo común arenosa, arenosa – franca a franco-arenosa, profundos, de buen drenaje a algo excesivo. La matriz puede ser la sabana con la presencia de pastizales de *Andropogon lateralis*.



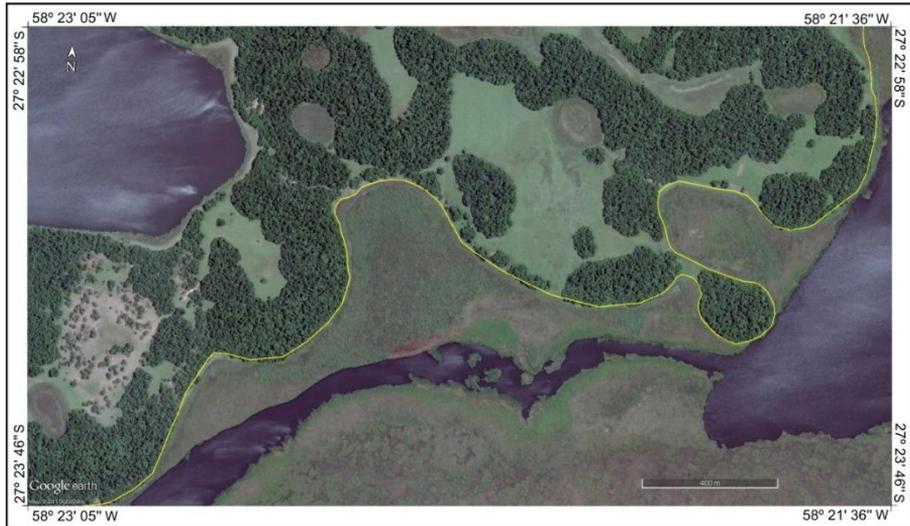
Figura 6. Fotografía de las formaciones vegetales encontradas sobre las lomadas arenosas. Mburucuyá (Corrientes). Fuente: fotografía de Georgina Pussetto. Año 2012

Selva marginal o ribereña: es la selva higrófila de la ribera del río Paraná y parte del curso de sus afluentes principales. Constituye una masa de vegetación compleja, densa, distribuida a manera de faja discontinua a lo largo del valle aluvial y el albardón o dique de la terraza alta. La selva primitiva, densa, de difícil transitabilidad, se transforma así en otra con sotobosque abierto y masa forestal de clases diamétricas inferiores, quedando solamente en pie como testigos aquellos ejemplares a veces de gran diámetro, pero cuyo estado sanitario es deficiente y sus fustes defectuosos. Es una prolongación de la formación de la selva fluvial misionera, pero más empobrecida. En los estratos leñosos se distinguen entre 30 a 40 especies leñosas, pudiéndose apreciar una menor riqueza florística a medida que la selva avanza hacia el O y S. No existen especies dominantes, siendo una mezcla heterogénea.

Del estrato arbóreos altos se destacan *Enterolobium contortisiliquum*, *Cathormiom polyanthum*, *Anadenanthera colubrina*, *Tabebuia heptaphylla*, *Arecastrum romanzoffianum*, *Pelthophorum dubium* *Astronium balansae*. En los estratos inferiores *Ruprechtia laxiflora*, *Guadua angustifolia*, *Nectandra falcifolia*, *Ocotea diospyryfolia*, *Patagonula americana*, *Croton urucurana* y *Terminalia australis*. Los arbustos más frecuentes son *Allophylus edulis*, *Acacia bonariensis*, *Bauhinia forticata*, *Eugenia uniflora*, *Ingá uruguensis*, *Psidium guajava*, *Cereus alacriportanus*, entre otras.

Guadua angustifolia, bambúsea gigante propia de las márgenes del río Paraná forma dentro de la selva densas *consocias* “tacuarales” de hasta 50 m de diámetro por 15 a 20 m de altura. En esta investigación se considera que las selvas ribereñas

merecen especial atención, ya que las mismas actúan como los límites entre las lomadas arenosas y los esteros circundantes. En este sentido, la ubicación de las mismas facilitó los procesos de digitalización sobre el área de estudio (Figura 7). Algo similar fue observado en el Chaco Húmedo formoseño, donde las especies arbóreas habitan en las zonas topográficas más altas del paisaje, que corresponden



generalmente a los albardones de los principales ríos.

Figura 7. Bosques de ribera ubicados sobre el límite de la lomada arenosa. Departamento San Cosme, Corrientes. Año 2014

En síntesis, basados en los antecedentes, se puede inferir que el antiguo paisaje de las lomadas arenosas en sus comienzos estuvo influenciado por procesos fluviales, caracterizado mayormente por pastizales, aunque en mayor o menor medida, estuvo presente la vegetación arbórea. Los cambios climáticos también contribuyeron a las características del paisaje, observadas principalmente en los sedimentos pleistocenos. Es posible establecer que el antiguo paisaje de la región de Lomadas Arenosas no tuvo cambios tan profundos al observado actualmente, principalmente durante el Holoceno, donde empiezan a establecerse las características actuales del paisaje, como lo observado en los estudios palinológicos realizados por Fernández Pacella *et al.* (2011) en sedimentos de lagunas actuales entre 6000 – 5000 a AP.

Por último, si bien los sedimentos ubicados sobre la provincia de Corrientes y otros sectores del Chaco Oriental poseen una génesis diferente, la evolución fitogeográfica es similar y en consecuencia permite inferir la importancia de los ríos sobre el paisaje actual. De igual modo, se están realizando mayores estudios sobre el pasado de la región para entender mejor los procesos que llevaron a la configuración actual de la vegetación.

Según Vila *et al.* (2006) la visión e interpretación del paisaje desarrollada desde la ecología del paisaje se fundamenta en una aproximación de carácter estructural - morfológico y a la vez funcional. En otras palabras, se analizan las características estructurales y morfológicas que componen un territorio en un momento determinado y/o su evolución a lo largo del tiempo, infiriendo en función de su incidencia a nivel de funcionalidad ecológica. Por lo tanto, la ecología del paisaje se focaliza en tres características: la estructura, la funcionalidad y el cambio (Forman & Godron, 1986).

Conclusiones

Desde un punto de vista geográfico, en la actualidad el río Paraná representa el principal recurso natural de la región, ya que su volumen y extensión, además de ser una fuente continua de agua dulce, posee un rol fundamental en el desarrollo socio-económico, político y cultural de la región. Desde su llegada a la llanura chacopampeana, los procesos de erosión y sedimentación como resultado de la divagación del río sobre su abanico aluvial han ido modelando el paisaje correntino, dando origen a las lomadas arenosas y esteros ubicados sobre la porción occidental de la provincia. En este sentido, mediante las comparaciones realizadas entre las reconstrucciones ambientales basadas en estudios paleontológicos de la región y lo observado actualmente en las imágenes satelitales, se puede inferir que este paisaje no posee cambios significativos desde el Pleistoceno Superior, principalmente en lo que respecta a la disponibilidad de agua, tipos y distribución de las especies vegetales y de las características que presentan los fósiles de la megafauna.

Un gradiente topográfico general de E-O repercute en el paisaje de lomadas arenosas, principalmente en el tipo de cuerpos de agua existentes. Hacia el E, las mayores alturas permiten el desarrollo de pendientes con mayor ángulo y por lo tanto el escurrimiento es más encauzado siguiendo la ubicación actual de las lagunas. Mientras que por otro lado, áreas más bajas y planas hacia el O generan lugares propicios para áreas anegadizas y la formación de encharcamientos. De allí se presenta una de las posibles explicaciones del por qué se la describe a la Fm. Toropí de dicha manera. El desarrollo de la vegetación sobre el paisaje de lomadas arenosas también respondería a estas características ya que mayores conexiones entre las lagunas y las planicies circundantes, en la actualidad, se ven reflejadas en la mayor densidad de bosques de ribera hacia el E, mientras que hacia el O, la densidad va disminuyendo hasta convertirse en isletas boscosas irregularmente distribuidas.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado parcialmente por el PI: 17Q004 (2018 – 2021). Res. 966/17 C.S.

Bibliografía

- Aceñolaza, F. (2007). Geología y Recursos Geológicos de la Mesopotamia Argentina.
- Anzotegui, L. (1978). Cutículas del Terciario Superior de la Provincia de Corrientes (Argentina). 2° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1° Congreso Latinoamericano de Paleontología (Bs. As.). 3: 141-167.
- Anzotegui, L. & Lutz, A. (1987). Paleocomunidades vegetales del Terciario Superior (Fm. Ituzaingó) de la Mesopotamia Argentina. Revista de la Asociación de Cs. Naturales del Litoral. 18 (2): 131-144.
- Benedetto, J. (2010). El Continente de Gondwana a través del tiempo. Una Introducción a la Geología Histórica. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba, Argentina.
- Briggs, D.; Wilby, P.; Pérez Moreno, P.; Sanz, J. & Fregenal Martínez, M. (1995). The mineralization of dinosaur soft tissue in the Lower Cretaceous of Las Hoyas, Spain. Journal of the Geological Society. London. 154 (4), Pp. 587-588.
- Bruniard E. (1966). Bases Fisiográficas para una División Regional de la Provincia de Corrientes. Nordeste. 8: 7-80.
- Capurro, R. & Escobar, E. (1999). Suelos: Características y Distribución. En: Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. Herbst R. y Santa Cruz J. Capítulo 5. D'Orbignyana. 2da Edición. 21p.
- Carlini, A, Zurita, A, Gasparini, G. & Noriega J. (2003). Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia argentina y su relación tanto con aquellos del Centro-Norte de la Argentina, Paraguay y Sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay: Paleobiogeografía y Paleoambientes. Miscelánea. 12: 5-12.
- Carlini, A. A., Zurita, A. E., Gasparini, G. M. & Noriega, J. I. (2004). Los mamíferos del Pleistoceno de la Mesopotamia argentina y su relación tanto con aquéllos del Centro Norte de la Argentina, Paraguay y Sur de Bolivia, como con los del Sur de Brasil y Oeste de Uruguay: Paleobiogeografía y Paleoambientes. INSUGEO (Miscelánea). 12: 83-90.
- Carnevali, R. (1994). Fitogeografía de la provincia de Corrientes. Editorial Litocolor, Asunción, Paraguay.
- Castellanos A. (1965). Estudio fisiográfico de la provincia de Corrientes. Instituto de Fisiografía y Geología (Universidad Nacional del Litoral).
- Colomba, F. (2010). Abanicos aluviales: Secuencias y modelos de sedimentación. En A., Arche (Ed.) Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. Pp 131-224.
- Contreras, F. I. (2011). Evolución de las lagunas en función de la pendiente, Lomada Norte. Provincia de Corrientes, Argentina. Terra Nueva Etapa. 42: 145-163.
- Contreras, F. I. (2016a). Las lagunas y sus dinámicas geomorfológicas en la transformación de los paisajes de lomadas arenosas de la provincia de Corrientes (Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Nordeste, Chaco, Argentina.

- Contreras, S. A. (2010). Quaternary palaeoenvironmental reconstruction based on fossil imprints and palynological data from Villa Escolar, Eastern Chaco plain, Argentina. Meeting of the Americas. Eos Trans. AGU, 91 (26), Jt. Assem. Suppl., Abstract 852866, Disponible en: http://www.agu.org/meetings/ja10/ja10-sessions/ja10_PP41A.html.
- Contreras, S. A. (2016b). Análisis Fitolíticos de los sedimentos de las Barrancas del Río Bermejo. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Físicas y Exactas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Contreras, S. & Lutz, A. (2014). Primer Registro de Equisetites Sp. Sternberg. (Equisetaceae) en Sedimentos Cuaternarios del Río Bermejo (Formosa, Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 49 (3): 381–392.
- Contreras, S.; Lutz, A. & Zucol, A. (2015). Holocene paleoagrostological impressions from the Eastern Chaco Region (Argentina). Review of Palaeobotany and Palynology. 223, 37–49.
- Erra, G., Osterrieth, M., Zurita, A., Francia, A. & Carlini, A. (2013). Paleoenvironment of the Toropí Formation (Upper Pleistocene), Corrientes province (Mesopotamian región, Argentina): A phytolith approach. Quaternary International. 287: 73-82.
- Fernández Pacella, L., Garralla, S. & Anzótegui, L. (2011). Cambios en la vegetación durante el Holoceno en la región Norte del Iberá, Corrientes, Argentina. Revista de Biología Tropical, 59 (1): 103-112.
- Forman, R. & Godron, M. (1986). Landscape Ecology. Nueva York: Wiley and Sons.
- Francia, A. & Ciancio, M. (2013). First record of *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Dasypodidae) in the late Pleistocene of Corrientes Province (Argentina). Revista del Museo de La Plata. 13 (70): 1-9.
- Fregenal Martínez, M. & Meléndez, N. (2010). Lagos y sistemas lacustres. En Arche, A (Ed.) Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. Pp. 299-396.
- Gasparini, G. & Zurita, A. (2005). Primer Registro Fósil de *Tayassu pecarí* (Link) (Mammalia, Artiodactyla) en la Argentina. Ameghiniana. 42 (2): 473-480.
- Herbst, R. (1971). Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 26 (2): 221-243.
- Herbst, R. (2000). La Formación Ituzaingó (Plioceno). Estratigrafía y distribución. En: Herbst y Aceñolaza (Eds.) El Neógeno de Argentina. Pp. 181-191.
- Herbst, R. & Álvarez, B. (1974). Nota sobre dos formaciones del Cuaternario de Corrientes, República Argentina. FACENA, 1: 7-17.
- Herbst & Camacho (1970). Sobre el hallazgo de bivalvos de agua dulce (Unionidae y Mycetopodidae) en el Terciario Superior de Empedrado, Corrientes (Argentina). Ameghiniana. 7 (4): 335-340.
- Herbst, R. & Santa Cruz, J. (1985). Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes. D'Orbignyana. 2: 1-69.
- Iriondo, M. (1999). El Cuaternario del Chaco y Litoral. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Geología Argentina, Anales. 29 (23): 696-699.

- Iriondo, M. (2010). Geología del Cuaternario de Argentina. Editorial Moglia. Corrientes, Argentina.
- Iriondo, M. & García, N. (1993). Climatic variations in the Argentine plains during the last 18000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*. 101: 209-220.
- Iriondo, M. & Paira, A. (2007). Physical Geography of the Basin. En: Iriondo M, Jalfin, G. (1988). Formación Ituzaingó (Plio-Pleistoceno) en Empedrado, provincia de Corrientes: un paleorío arenoso entrelazado tipo Platte. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas, 130-134.
- Jones, B. & Bowser, C. (1978). The mineralogy and related chemistry of lake sediments. En Lerman, A. (Ed.), *Lakes: Chemistry, Geology, Physics*. Springer-Verlag, Berlín. Pp. 175-235.
- Luque, L., Alcalá, L., Mampel, L., Pesquero, M. D., Royo-Torres, R., Cobos, A., Espílez, E., González, A., Ayala, D., Aberasturi, A., Marzo, P. & Alloza, R. (2009). Mineralogical, elemental and chemical composition of dinosaur bones from Teruel (Spain). *Journal of Taphonomy*. 7 (2-3): 151-178.
- Lutz, A. (1991). Descripción Anatómica de *Mimosoxylon* sp. del Plioceno de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Asociación Ciencias Naturales del Litoral*. 22 (2): 3-10.
- Miño Boilini, A.; Cerdeño, E. & Bond, M. 2006. Revisión del género *Toxodon* Owen, 1837 (Notoungulata: Toxodontidae) en el Pleistoceno de las provincias de Corrientes, Chaco y Santa Fe. *Revista Española de Paleontología*. 21: 93-103.
- Miño Boilini, A.; Zurita, A.; Bond, M.; Francia, A. & Soibelzon, E. (2012). Sobre la presencia de un supuesto *Haplodontheriinae* (Mammalia, Toxodontidae) en el Pleistoceno Tardío de la Provincia de Corrientes /Argentina). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 407-412.
- Morton, S. (2004). Moluscos fósiles de agua dulce de la Formación Ituzaingó, Plioceno de Corrientes, Argentina. *INSUGEO, Miscelánea*. 12: 45-48.
- Morton, L. & Jalfin, G. (1987). Análisis de la Formación Ituzaingó en la localidad de Empedrado y alrededores, provincia de Corrientes, Argentina. II Hallazgo del género *Mycetopoda* (*M. herbsti* nov. Sp.) y revisión de la malacofauna asociada con algunas consideraciones paleoecológicas. *FACENA*. 7: 207-221.
- Orfeo, O. (1996). Reconstrucción morfológica y paleohidrológica de un tramo abandonado del río Paraguay inferior (Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 53: 348-353.
- Orfeo, O. & Neiff, J. (2008). Esteros del Iberá: un enorme laboratorio a cielo abierto. En: Sitios de interés geológico de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Buenos Aires, Anales. 46: 415-425.
- Poi, A. & Galassi, M. (2013). Humedales de la Planicie Aluvial del Río Paraná entre Confluencia y Reconquista. En: *Sistemas de paisajes de Humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay*. Benzaquén, L.; Blanco, D.; Bó, R.; Kandus, P.; Lingua, G.; Quintana, R. Minotti, P.; Sverlij, S. y Vidal, L. Secretaria de Ambiente y

- Desarrollo Sustentable de la Nación. Proyecto Pesca y Humedales Fluviales. Buenos Aires. 161-168 pp.
- Popolizio, E. (1984). Del Pleistoceno Tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 32 (2): 283-292.
- Popolizio, E. (1985). *Geomorfología*. D'Orbigniana. 22: 7-10.
- Tomassini, R.; Miño Boilini, A. ; Zurita, A. ; Montalvo, C. & Cesaretti, N. (2015). Modificaciones fosildiagenéticas en *Toxodon platensis* Owen, 1837 (Notoungulata, Toxodontidae) del Pleistoceno Tardío de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 32 (2): 283-292.
- Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. & Ribas, A. 2006. Conceptos y métodos fundamentales en Ecología del Paisaje (Landscape Ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*. 48: 151-166.
- Zucol, A.F., Brea, M., Lutz, A.I. & Anzótegui, L.M. (2004). Aportes al conocimiento de la paleodiversidad del Ceneozoico superior del litoral argentino: estudios paleoflorísticos. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino*. Miscelánea. 12: 91-102.
- Zurita, A. E. & Lutz, A. I. (2001). Nuevos hallazgos de mamíferos pleistocénicos en la Formación Toropí (Corrientes, Argentina). Consideraciones paleoambientales, paleozoogeográficas y bioestratigráficas. XI Congreso Latinoamericano de Geología y III Congreso Uruguayo, resúmenes (sección Paleontología): 10-15.