

6

La incidencia de las Lomadas de Otumpa sobre el escurrimiento superficial en las provincias de Chaco y Formosa (Rep. Argentina)

Félix Ignacio Contreras¹

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas/
Universidad Nacional del Nordeste

figcontreras@hotmail.com

RECIBIDO: 29-05-2019

ACEPTADO: 29-07-2019

Cita sugerida: Contreras, F. I. (2019). La incidencia de las Lomadas de Otumpa sobre el escurrimiento superficial en las provincias de Chaco y Formosa (Rep. Argentina). Revista *Huellas*, Volumen 23, N° 2, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. Recuperado a partir de: <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2019-2315>

Resumen

Las provincias de Chaco y Formosa (Rep Argentina) han sido modeladas por el accionar de tres mega abanicos aluviales, los cuales son responsables tanto de la topografía, como del diseño del escurrimiento y en consecuencia la distribución de bosques de ribera. El objetivo de este trabajo es aplicar Modelos Digitales de Elevación para generar modelos de escurrimiento que permitan determinar las áreas de influencia de los mega abanicos aluviales del Gran Chaco en la distribución de selvas y boques en el Chaco Oriental dentro del territorio argentino. Se compararon los resultados de los modelos superficiales de escurrimiento con la distribución de selvas y bosques del Chaco Oriental, obtenidas de imágenes Landsat Con la aplicación de los Modelos Digitales de Elevación y su posterior comparación con la distribución de bosques ha permitido determinar la influencia

- 1 Investigador Asistente del CONICET. Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET-UNNE). Auxiliar Docente de Primera en la Cátedra Geografía Física y Geomorfología de la Carrera Ing. en Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste.
Este trabajo fue financiado por el Proyecto PI 17Q004de la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE: *Análisis de riesgos de inundaciones y anegamientos por el desborde de lagunas en áreas urbanas y periurbanas de la provincia de Corrientes*, Coordinado: Félix Ignacio Contreras.

de las Lomadas de Otumpa en la geomorfología regional, y consecuencia las áreas de influencia de cada mega abanico aluvial y su influencia en el depósito de sedimentos y distribución de selvas. Se determinó que sin bien los mega abanicos aluviales son los principales modeladores del paisaje, la irrupción de las lomadas de Otumpa es la principal responsable de las áreas deprimidas al sur de la región y en consecuencia de la distribución y densidad de selvas y bosques.

Palabras clave: Geomorfología; paisajes; Chaco oriental.

The incidence of the Otumpa Hills on the surface runoff in the provinces of Chaco and Formosa (Rep. Argentina)

Abstract

The provinces of Chaco and Formosa (Argentine Republic) have been shaped by the action of three mega alluvial cones, which are responsible for the topography, the runoff design and, consequently, the distribution of riverbank forests. The objective of this work is to apply Digital Elevation Models to generate runoff models which would determine the influence areas of the Gran Chaco mega alluvial cones in the distribution of jungles and forests in the Eastern Chaco within the Argentine territory. The results of the surface runoff models were compared with the forests and forests distribution in the Eastern Chaco, which had been obtained from Landsat images. By applying the Digital Elevation Models and their subsequent comparison with the distribution of forests, it was possible to determine the influence of the Otumpa hills in the regional geomorphology, and therefore the areas of influence of each mega alluvial cone and its influence on sediment deposition and forest distribution. It was determined that although mega alluvial cones are the main landscape shapers, the emergence of the Otumpa hills is mainly responsible for the depressed areas in the south of the region and the consequent distribution and density of jungles and forests.

Keywords: Geomorphology; landscapes; Eastern Chaco.

A incidência das Lombadas de Otumpa sobre o escoamento superficial nas províncias de Chaco e Formosa (Argentina)

Resumo

As províncias de Chaco e Formosa (Argentina) têm sido moldadas pelo acionar de três leques aluviais, os quais são responsáveis tanto pela topografia quanto pelo desenho de escoamento e em consequência a distribuição de bosques de ribeira. O objetivo deste trabalho é aplicar Modelos Digitais de Elevação para gerar modelos de escoamento que permitam determinar as áreas de influência dos mega leques aluviais do Grande Chaco na distribuição de selvas e bosques no Chaco Oriental dentro do território argentino. Comparam-se os resultados dos modelos superficiais de escoamento com a distribuição de selvas e bosques do Chaco Oriental obtidas de imagens Landsat. Com a aplicação dos Modelos Digitais de Elevação e sua posterior comparação com a distribuição de bosque permitiu-se determinar a influência das Lombadas de Otumpa na geomorfologia regional e, em consequência, as áreas de influência no depósito de sedimentos e distribuição de

selvas. Determinou-se que a pesar de que os mega leques são os principais modeladores da paisagem, a irrupção das Lombadas de Otumpa é a responsável das áreas deprimidas no sul da região e como consequência da distribuição e densidade de selvas e bosques.

Palavras-chave: Geomorfologia; Paisagens; Chaco Oriental.

Introducción

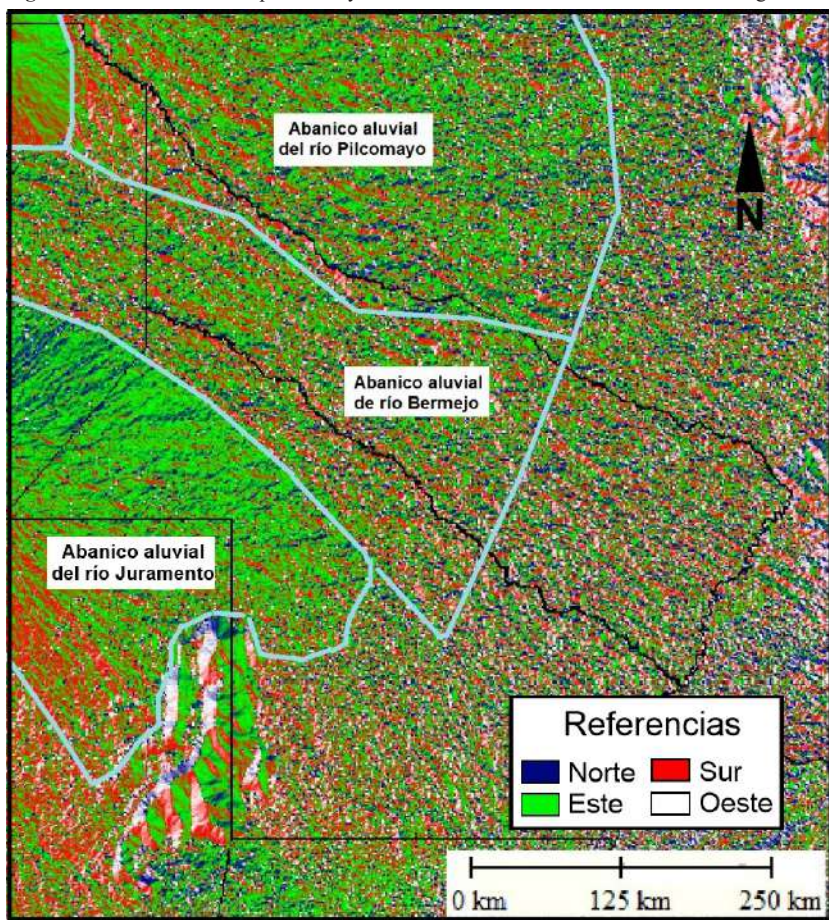
Cuando en una misma región intervienen varios cursos de agua muy próximos entre sí, posiblemente las características geográficas del paisaje sean homogéneas a lo largo y ancho del territorio sin embargo no debería ser motivo suficiente para afirmar o inferir que las características hidrográficas y biológicas respondan de la misma manera. Un ejemplo de ello es el caso de la región del Chaco Oriental que se caracteriza por una gran heterogeneidad ambiental donde se mezclan componentes leñosos y pastizales (Contreras, Contreras, Lutz y Zucol, 2015). Esta característica compleja está vinculada con las formas del paisaje, la cual, es el resultado de la dinámica aluvional durante el Pleistoceno-Holoceno y de la migración de los cinturones fluviales de los principales ríos.

El Chaco es una amplia llanura compuesta por cinco grandes abanicos aluviales de ríos que, procedentes de los Andes, descargan hacia los sistemas de los ríos Paraguay-Paraná. Durante la estación húmeda se producen frecuentes inundaciones con amplia repercusión areal (Iriondo, Colombo y Kröhlhing, 2000, p. 79). La baja pendiente y la torrencialidad estacional de los ríos favorecen los procesos fluviomorfológicos generando una topografía local irregular con albardones elevados con respecto a los alrededores anegables (Ginzburg y Adámoli, 2006).

La estrecha vinculación entre las distintas formas del paisaje y la vegetación que se desarrolla en ellas ha sido interpretada como la respuesta de la vegetación a las precipitaciones, la escasa energía de drenaje, el hidromorfismo de los suelos, los déficits hídricos variables (Biani, Vesprini y Prado, 2006) así como al tipo y la altura relativa del sustrato (Iriondo, 1992). Para Iriondo, *et al.*, (2000), climas más secos que el actual generaron pequeños cursos de agua, pero con mayores divagaciones, motivo por el cual se observan un gran número de paleocauces menores abandonados, configurando el paisaje de tal forma que las direcciones de dichos cursos

pueden ser detectados en una cartografía de dirección de la pendiente (Figura N° 1).

Figura N° 1. Dirección de la pendiente y delimitación de los abanicos aluviales de la región



Fuente: elaboración propia.

Estos abanicos, según se caracterizan porque cubren un área de varios miles de km², el clima en el ápice es diferente al clima en las otras partes del sistema (debido a su gran extensión), particularmente en la zona distal, la pendiente longitudinal es extremadamente baja en comparación con los valores de los clásicos abanicos pequeños de pie de monte, el cuerpo sedimentario del mega-abanico, término empleado por Iriondo *et al.*, (2000), no es homogéneo sino está compuesto por un complejo de unidades se-

dimentarias y morfológicas (Argollo Bautista e Iriondo, 2008). Para los autores, los depósitos hidrosedimentarios se realizaron de manera recurrente pero en distintos períodos de tiempo, generando así cauces efímeros, derrames, campos de dunas, fajas fluviales, etc.

En la actualidad, las dinámicas naturales de estos mega-abanicos se observan en la región, según Contreras *et al.*, (2015), mediante la distribución de bosques y selvas provenientes de las Yungas siguiendo la ubicación, tanto de los cauces principales como de los menores e incluso en paleocauces. Estos últimos autores han reconocido 24 unidades de vegetación presentes en esta región que varían desde distintas comunidades arbóreas (Monte Fuerte, Algarrobales, Bosque de albardón o Selvas en Galería, Bosque Transicional Austro-Brasileño, Bosques Riparios de Inundación y palmares), comunidades herbáceo-arbustivas (Arbustales, Pastizales Altos, Pajonales/Bañados/ Cañadas, Esteros y vegetación de lagunas); como así también comunidades mixtas como las sabanas (Morello y Adamoli, 1967, 1974; Prado, 1993; Maturo *et al.*, 2005, Ginzburg y Adámoli, 2006, Peña Chocarro, De Egea, Vera, Maturo y Knapp, 2006; Molina y Rúgolo, 2006). A diferencia del paisaje de lomadas arenosas y esterios de las Repúblicas de Argentina y Paraguay, donde las áreas de interfluvio corresponden a porción elevadas entre 5 y 10 m de las planicies circundantes e inundables conocidas localmente como esterios y cañadas, en la región chaqueña las áreas interfluviales son deprimidas y muy anegadizas.

Sin embargo, la planicie chaqueña es interrumpida en el centro de esta región por una unidad geomorfológica denominada *Dorsal Charata* (Miró y Martós, 2002), posteriormente formalizada como *Lomadas de Otumpa* (Rossello y Bordarampé, 2005) que, según Peri (2012), se ubican geográficamente sobre el límite que separa las provincias de Santiago del Estero y Chaco. Para la autora, constituyen estribaciones suaves que interrumpen la monotonía del relieve con una orientación regional NNE y representan una expresión morfoestructural positiva que alcanza una cota de 210 metros y que se vincula espacialmente con estructuras antiguas del subsuelo.

Es decir que, al constituir una barrera natural, las *Lomadas de Otumpa* condicionan la distribución y dirección de los sistemas de escurrimientos provenientes de los andes y en consecuencia genera marcadas diferencias topográficas producto de los diferentes procesos de sedimentación regional. De allí que los conocimientos referidos a la topografía del lugar constituyen la base de toda investigación referida al estudio, ya sea directa o indirectamente, de los paisajes, sus dinámicas, evolución y sus repercusiones en la población.

En este sentido, los Modelos Digitales del Terreno (MDT) se han definido (Doyle, 1978:1481) “como un conjunto de datos numéricos que describe la distribución espacial de una característica del territorio”. Se incluyen, según Felicísimo (1999), en la categoría de modelos simbólicos “donde las relaciones de correspondencia que se establecen con el objeto tienen la forma de algoritmos o formalismos matemáticos” (Turner, 1970, p. 364). En este caso, los MDT presentan algunas ventajas sobre el resto de los modelos derivados de su naturaleza numérica: no ambigüedad, posibilidad de modelización de procesos con una deducción estricta, verificabilidad y repetitividad de los resultados.

Frente a lo expuesto, el objetivo de este trabajo es aplicar modelos digitales de elevación en la llanura chaqueña a fin de determinar el rol que poseen las Lomadas de Otumpa, en la caracterización de los paisajes pero principalmente en la distribución de los sistemas de escurrimiento y en consecuencia la distribución bosques y selvas en el Chaco Oriental ubicado entre las provincias de Formosa, Chaco y norte de Santa Fe (Rep. Argentina).

Materiales y métodos

Para generar un MDE, mediante el software Global Mapper 15.1, se han descargado las imágenes SRTM de 3 arcos por segundo (resolución de 90 m) de la ciudad de Formosa. Posteriormente fueron exportadas como un archivo ráster en formato GeoTIFF para luego ser analizada mediante el software ArcGIS 10.1.

Mediante herramientas de análisis espacial se generaron perfiles topográficos, curvas de nivel y modelos superficiales de escurrimiento con los cuales se delimitaron las áreas de influencia de cada mega abanico aluvial. A partir de la información generada se han confeccionado cartografías temáticas.

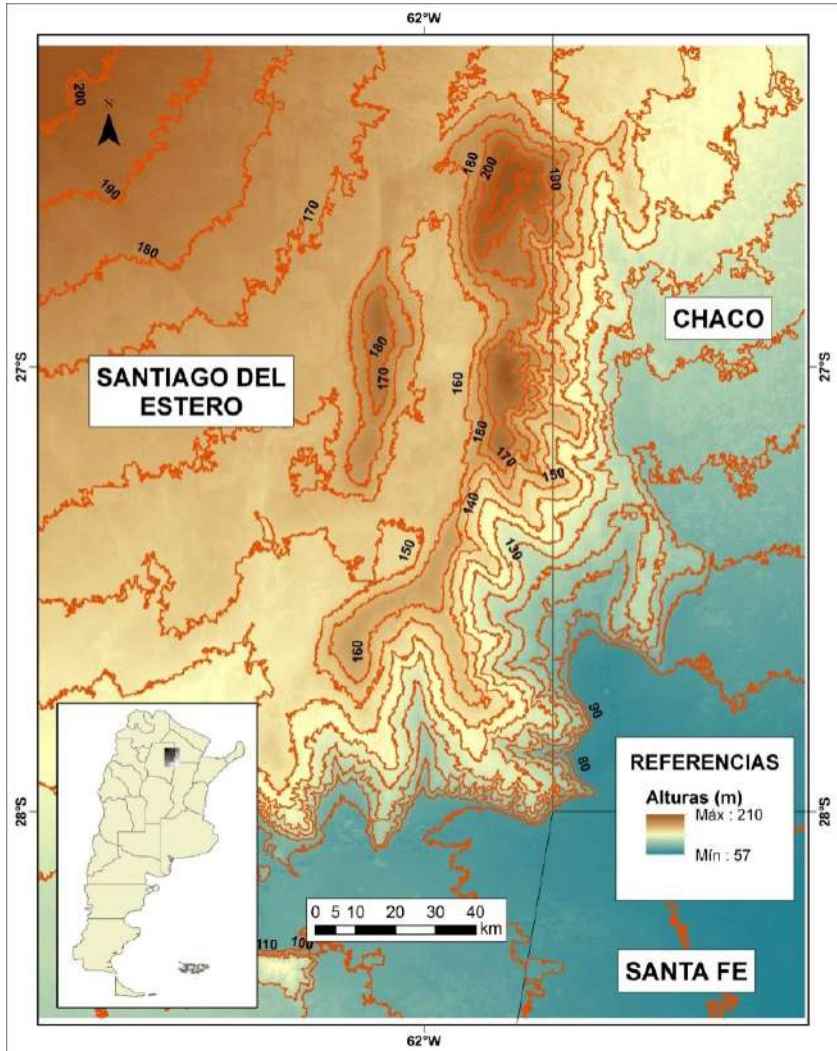
Finalmente, los resultados obtenidos a partir de los modelos digitales de elevación fueron comparados con una cartografía de distribución de bosques confeccionado en ArcGIS 10.1, en base a una Composición de Bandas RGB 5-6-4 de las imágenes del satélite LANDSAT 8 OLI Path / Row 226/77, 226 / 078, 226/079, 227/77, 227/78, 227/79, 228/77, 228/78 y 228/79 respectivamente, con fecha de octubre de 2017.

Resultados

En la región del Gran Chaco existe una pendiente suave cuya dirección general es de O-E. Sin embargo, las Lomadas de Otumpa constituyen una barrera natural, estableciendo marcadas diferencias a ambos

lados de ella. Es decir, al oeste de las mismas se observan alturas superiores a 160 m, alcanzando los 200 m en su punto más alto, al norte de la formación. Sobre el piedemonte oriental las alturas descienden a 80-90 m/s/n/m (Figura N° 2).

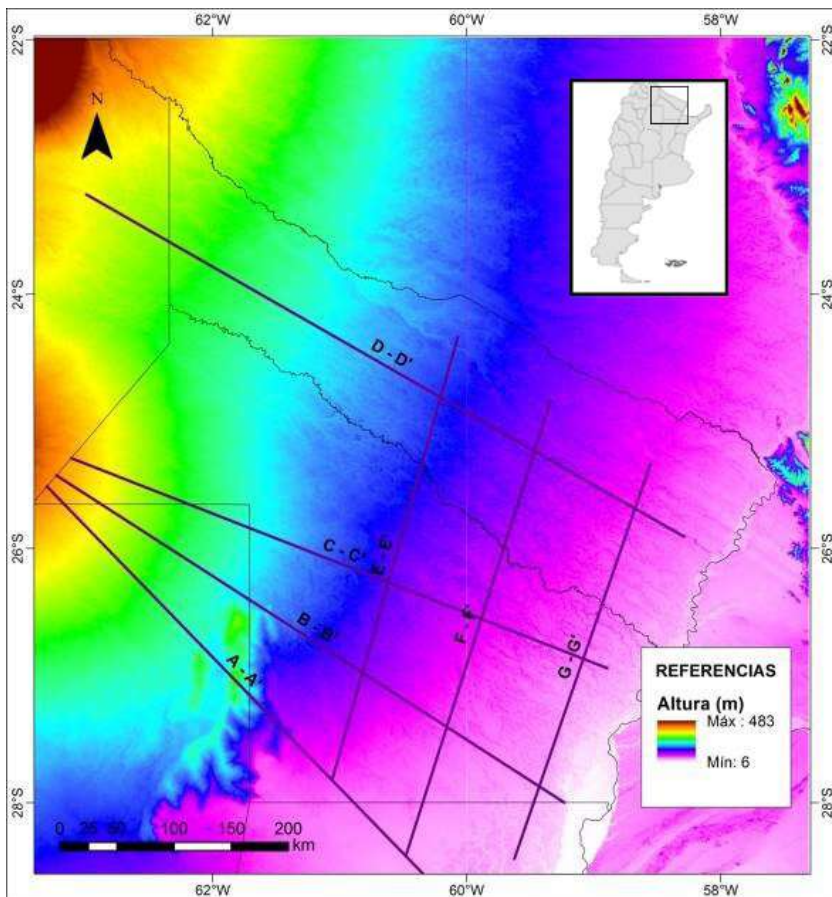
Figura N° 2. Topografía de las Lomadas de Otumpa, Santiago del Estero y Chaco (Rep. Argentina)



Fuente: elaboración propia.

En la Figura N° 3 se observa el gradiente topográfico existente en la región, principalmente desde los respectivos mega abanicos aluviales de los ríos Pilcomayo, Bermejo y Salado, hasta llegar los valles aluviales de los ríos Paraguay (al norte) y Paraná (al sur), para luego volver a incrementar las alturas con dirección este hacia el macizo brasilero.

Figura N° 3. Topografía y ubicación de los perfiles topográficos del área de estudio



Fuente: elaboración propia.

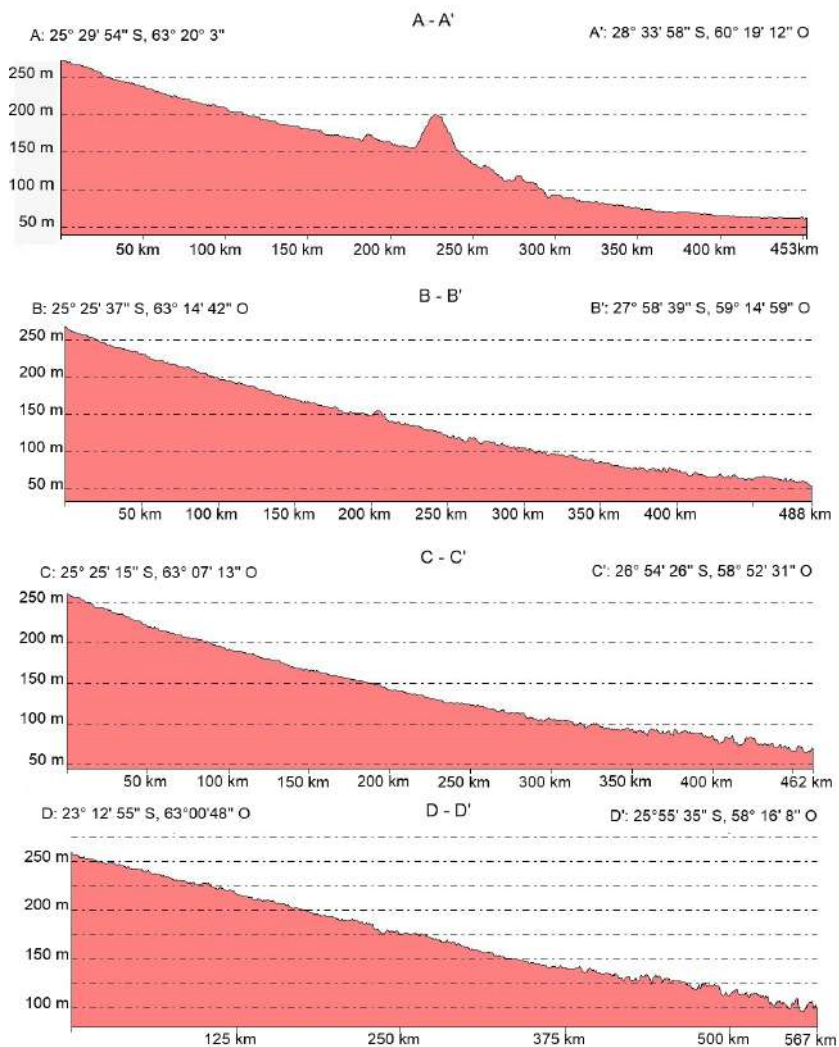
Por otra parte, en la Figura N° 3 se observan “estrías” sobre el relieve cuya dirección general es NO-SE al igual que los ríos Bermejo y Pilcomayo que atraviesan el Gran Chaco hasta confluir con el río Paraguay. Estas formas, si bien son consideradas como “errores” en las imágenes

SRTM ya que considera a la copa de los árboles como parte del relieve; desde otra perspectiva constituyen una herramienta de análisis interesante porque permite conocer con exactitud la distribución de los bosques en el área de estudio.

La vegetación boscosa en esta región se presenta como bosques de ribera acompañando, tanto a los cursos de agua activos como paleocauces que se encuentran desconectados del curso principal y que se activan de manera local y temporalmente, cuando se producen abundantes precipitaciones. A partir de esta afirmación, mediante el empleo de los modelos digitales de elevación, podemos conocer su distribución, altura de los bosques y más importante aún, a qué cuencas o cursos de agua se encuentran asociados.

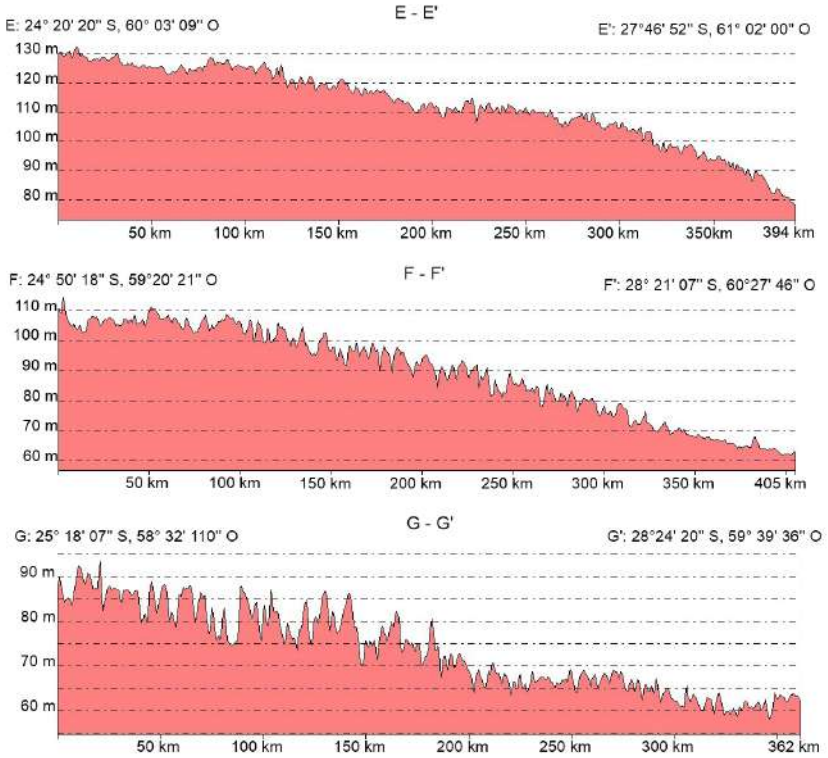
Las Figuras 4 y 5 muestran los perfiles topográficos indicados en la Figura N° 3. En la primera (Figura N° 4), se observa una pendiente continua en los perfiles (C'-C'') y (D'-D''), mientras que en (A'-A'') y (B'-B'') existen diferencias topográficas significativas, principalmente en la primera donde la misma supera los 50 m. Por otra parte, la Figura N° 5 muestra perfiles transversales en los cuales no sólo se aprecia una diferencia topográfica de O-E sino también de N-S.

Figura N° 4. Perfiles topográficos con dirección NO-SE sobre las provincias de Chaco y Formosa (Rep. Argentina)



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 5. Perfiles topográficos con dirección NO-SE sobre las provincias de Chaco y Formosa (Rep. Argentina)



Fuente: elaboración propia.

Considerando a la topografía como uno de los principales condicionantes del escurrimiento, el análisis del relieve constituye el punto de partida para poder explicar las variables que derivan de esta como ser el diseño del escurrimiento y en consecuencia la fitogeografía asociado al mismo.

En este sentido, los perfiles topográficos de la Figura N° 4, que atraviesan la región con dirección NO-SE, desde los mega abanico-aluviales hasta los valles aluviales de los ríos Paraguay y Paraná, muestran la incidencia que poseen las Lomadas de Otumpa sobre el territorio dando a conocer que existe una diferencia de 50 m entre ambos lados del perfil A-B'. En el perfil B-B' dicha diferencia es mínima mientras que en los restantes (C-C' y D-D'), la pendiente es continua sin irrupciones. La rugosidad del relieve está dada por la sinuosidad de los cursos de agua dado a que existe un gran desarrollo de meandros por tratarse de ríos y arroyos de llanuras.

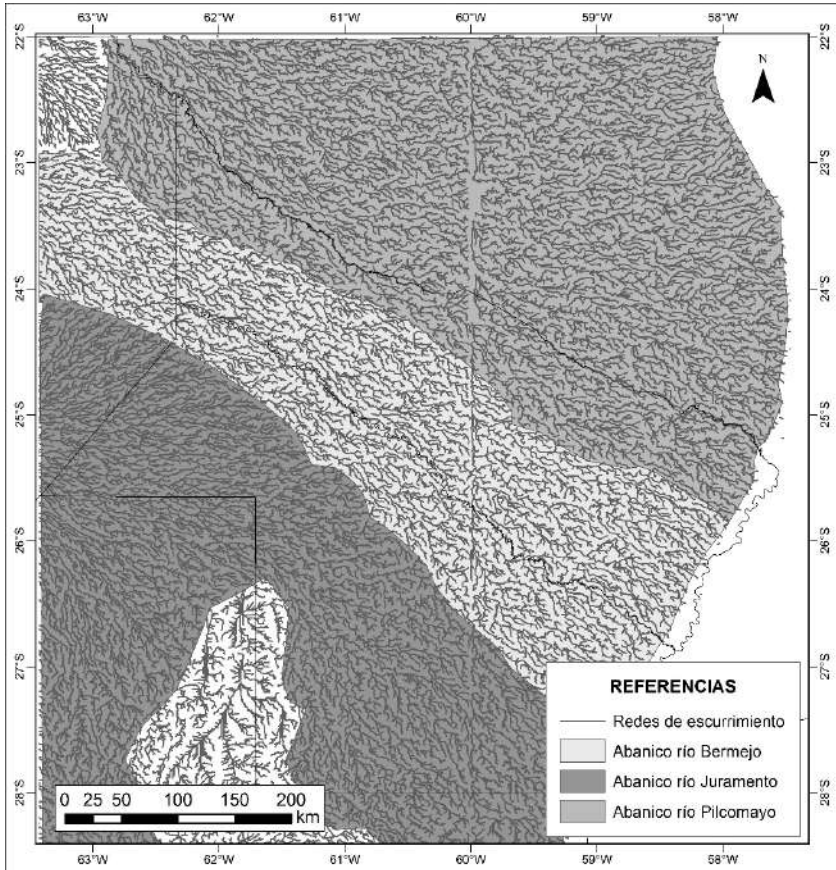
Las diferencias topográficas que se aprecian en los perfiles con orientación NO-SE, se hacen aún más evidentes de N-S, como se pueden observar los perfiles (E-E' y F-F'). Sin embargo, el gradiente sigue siendo de 50 m. Es decir que las Lomadas de Otumpa serían responsables del faltante de un espesor de cincuenta metros de sedimentos al sur de la provincia del Chaco y norte de Santa Fe, explicando el porqué de la unidad paisajística *Bajos Submeridionales* conocida por ser una región deprimida y muy anegadizas no aptas para la agricultura y con explotaciones netamente ganaderas.

El perfil G-G', si bien se encuentran muy próximos a los valles aluviales de los ríos Paraguay y Paraná, donde la incidencia de los ríos como el Bermejo y Pilcomayo debería de ser mínima, también se evidencian diferencias significativas con un gradiente de 30 m entre el norte y sur demostrando que la sedimentación de estos ríos se manifiesta hasta los valles aluviales de los principales ríos.

Con la generación de los modelos de escurrimientos se pudo delimitar el área de influencia de los megas abanicos aluviales de los ríos Pilcomayo, Bermejo y Juramento (Figura N° 6). En ellos se observa que el Pilcomayo posee una mayor extensión, sobre el territorio argentino sólo tiene incidencia al norte de Formosa es decir que los principales modeladores del paisaje de la región del Chaco Oriental en territorio argentino son los ríos Bermejo y Juramento, especialmente este último.

En cuanto a los ríos Bermejo y Juramento, si bien el primero posee un escurrimiento ininterrumpido hasta su confluencia con el río Paraguay, su abanico aluvial es relativamente más angosto que los dos restantes. Es decir que los ingresos hidrosedimentarios en la provincia del Chaco dependen en mayor medida del río Juramento, cuyo curso principal, actualmente se desvía hacia el Sur al Oeste de las Lomadas de Otumpa, el cual posteriormente se convertirá en el río Salado.

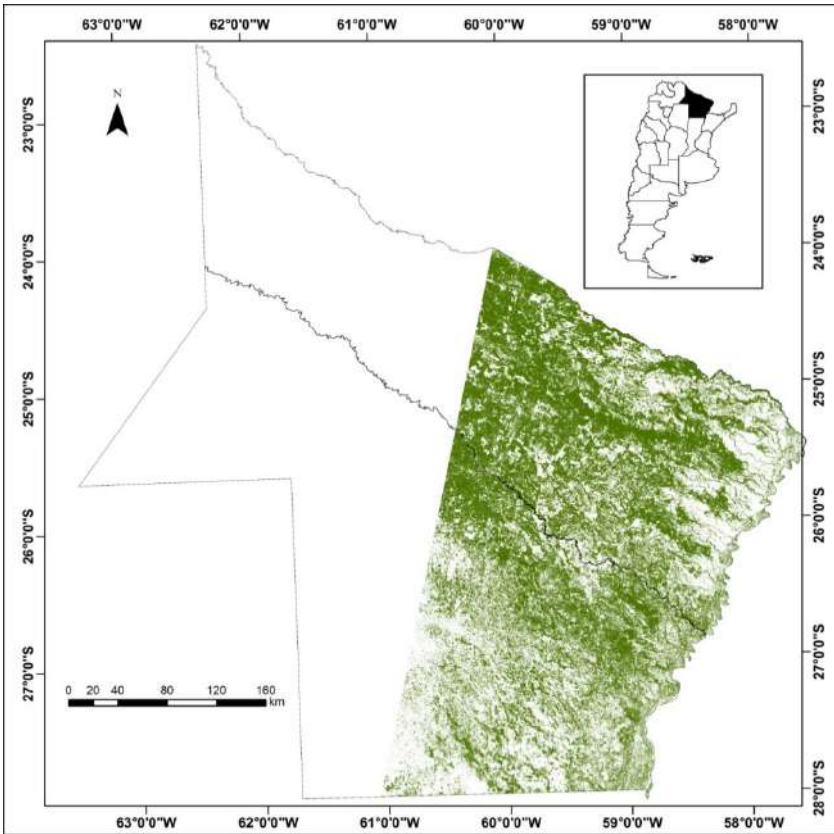
Figura N° 6. Modelo de Escurrimiento áreas de influencia de los mega abanico aluviales en las provincias de Chaco y Formosa (Rep. Argentina)



Fuente: elaboración propia.

La distribución de bosques y selvas del Chaco Oriental en la Rep. Argentina se observa en la Figura N° 7, destacándose una mayor densidad de esta cobertura hacia el norte, siendo escasa y casi nula hacia el sur, precisamente por el mayor accionar de los ríos hacia el vértice y disminución de los mismos hacia sus respectivas bases.

Figura N° 7. Distribución de bosques y selvas de ribera en el Chaco Húmedo



Fuente: Contreras et al., (2015).

Sin embargo, la mayor consecuencia de la barrera estructural que ofrece la Lomada de Otumpa es apreciable no sólo en la topografía y en la red hidrográfica sino principalmente en la fitogeografía y en la distribución de selvas y bosques en el Chaco oriental, cuya llegada fue calculada por Contreras y Zucol (2018) mediante análisis de fitolitos y dataciones de sedimentos, estimando que la misma ronda entre 150 y 200 años. En otras palabras, la selva proveniente de las Yungas tucumano-bolivianas y toda la vegetación asociada a la misma serían relativamente nuevas en el paisaje y su vez tendrán mayor desarrollo en aquellos lugares donde las condiciones naturales para su desarrollo así lo permitan.

El libre circular de las redes hidrográficas sobre la provincia de Formosa y al norte de la provincia de Chaco por más que los cursos con el tiempo se

aíslen de las corrientes principales ya han recibido sedimentos y con ellos semillas que permitirán generar ambientes propicios para el desarrollo de una mayor densidad boscosa. Mientras al SO de la región los eventos de inundación tuvieron que ser lo suficientemente significativos para, en primer lugar, superar la lomada y generar la suficiente energía para transportar sedimentos y semillas, si consideramos al agua como el principal agente dispersor de semillas por tratarse de bosques riparios.

En relación a los eventos extremos de inundación y en base a datos pluviométricos del Servicio Meteorológico Nacional, desde 1960 no se han registrado precipitaciones anuales que superen los 2000 mm anuales como si ha sucedido en entre los años 2015-2018 sobre el extremo oriental del área de estudio. Estos últimos cuatro años con más de 600 mm de anomalía positiva en la región ha conllevado a la saturación de los suelos, la reactivación de paleocauces y a la presencia de grandes extensiones de áreas anegadizas totalmente cubiertas con agua. En este contexto, durante la primera quincena del mes de enero del año 2019 y luego de precipitar más de 500 mm, fue la región de los Bajos Submeridionales en la provincia del Chaco la más afecta. Con ello se podría inferir que para existan procesos de sedimentación en este sector, se deben registrar precipitaciones iguales o superiores a las actuales, tanto en montos como en recurrencia de eventos.

Sin embargo, si bien grandes extensiones de superficie quedaron bajo agua con un lento escurrimiento laminar, como resultado de lluvias locales, los aportes de sedimentos provenientes de la alta cuenca fueron nulos o escasos; dando la pauta que, para que exista un aporte de sedimentos en la porción SO del Chaco Oriental, los montos pluviométricos deben ser superiores a lo actual (1400 mm sobre el extremo Oeste) y a su vez producirse más al oeste.

Por otra parte, la provincia de Formosa y el norte de la provincia de Chaco, la vegetación boscosa depende de eventos de inundación en las áreas de las nacientes y de los escurrimientos sobre cursos principales y activos; en el centro y sur de la provincia de Chaco, dependía y depende, de la combinación de eventos extremos de inundación, tanto en la alta cuenca como locales, para que se reactiven de los paleocauces y cursos secundarios y con ello lograr una mayor distribución y densidad de selvas y bosques asociados con el escurrimiento superficial (Figura N° 7).

Desde el punto de vista paisajístico pareciera ser una región homogénea en cuanto a sus características fisiográficas, condicionadas similares procesos de génesis asociada a abanicos policíclicos donde sus materiales han sido trabajados repetidas veces (Colomba, 2010), condiciones climáticas que varían de semiárido al oeste y húmedo al este, pero cuya variabilidad

afecta a ambos al mismo tiempo. Los mismos procesos geomorfológicos intervinientes en el modelado regional y en la distinción entre áreas de ribera con su respectiva vegetación boscosa y las áreas interfluviales anegadizas con la presencia de palmares y pastizales sin olvidar mencionar la similitud en las prácticas culturales de pueblos originarios como así también en actividades económicas actuales.

Para Contreras *et al.*, (2015, p.532), el sudeste de la Provincia de Formosa constituye una interesante región para estudiar la evolución de la vegetación, ya que, en recientes campañas de exploración en sedimentos cuaternarios de la provincia, se hallaron impresiones de plantas (hojas, frutos, tallos y micro-restos), sobre las márgenes del río Bermejo. A partir del hallazgo de impresiones de Equisetites afines a la especie actual *E. giganteum* L. así como de algunas gramíneas megatérmicas se sugirió que las condiciones paleoambientales y climáticas en el pasado reciente habrían sido similares a las condiciones actuales en el Chaco Húmedo (Contreras, 2010; Contreras y Lutz, 2014).

No obstante, comprender que existen límites marcados entre las áreas de influencia de los distintos megas abanicos aluviales, permitirá comprender la heterogeneidad paisajística a nivel biológico que resulta imperceptibles desde el campo de acción de la Geografía. Es decir, si bien se encuentran las mismas especies o se trata de un mismo ecosistema, las poblaciones de las especies pueden variar significativamente ya que al ser diferentes ríos quienes permitieron su desarrollo, la magnitud, ocurrencia y recurrencia de pulsos de inundación pueden variar de cuenca en cuenca y consecuencia hablamos de la presencia de las mismas especies vegetales pero cuyas poblaciones son diferentes.

En Cisneros y Moglia (2017) los resultados del análisis de agrupamiento de aspectos morfológicos de *Prosopis alba* permitieron identificar que los individuos de las provincias de Santiago del Estero y el Chaco forman un grupo que difieren de los de Formosa. Según los autores, un agrupamiento morfológico similar fue encontrado por Verga, Navall, Royo y Degano (2009) en diferentes grupos morfológicos de *Prosopis alba*, en la zona Centro Norte del País. Este agrupamiento podría deberse a que el algarrobo se comporta como freatófita (Antezana, Atahuachi, Arrázola, Fernández y Navarro, 2000), Villagra, Vilela, Giordano y Álvarez, 2009) ya que es común verla en márgenes de represas, en los bosques en galería de los ríos, cinturones boscosos alrededor de depresiones salinas (Giménez, Ríos y Moglia, 1998). Según Cisneros y Moglia (2017) esta característica de la especie le permitiría en algún grado independizarse de las variaciones de precipitación al tener asegurado su fuente de agua no incidan en las dimensiones de los ejemplares de algarrobo blanco.

Conclusiones

El paisaje es el resultado de la interacción de los distintos sistemas naturales como ser el clima, la topografía, la hidrografía, geomorfología y la biogeografía, quienes les otorgan las particularidades naturales a un determinado lugar que en numerosos casos son parcial o totalmente modificadas por el desarrollo humano. En este caso, si bien la homogeneidad del paisaje pareciera ser la principal característica de la porción del Chaco Húmedo en territorio argentino, implícitamente existe una heterogeneidad paisajística asociada al grado de influencia de los abanicos aluviales que se desarrollan en la región.

El norte de la subregión, bajo la incidencia de los ríos Pilcomayo y Bermejo, se caracteriza por una mayor densidad y distribución de bosques y selvas, las cuales incluso alcanzan al valle aluvial del río Paraguay. Por otro lado, la porción sur, que prácticamente abarca el centro-sur de la provincia de Chaco, la distribución de bosques y selvas disminuye considerablemente, al margen de la explotación forestal. Esta situación deriva del poco desarrollo que tuvo el río Juramento en el territorio, como resultado del desvío de sus aguas hacia el sur, debido al control estructural que generan las lomadas de Otumpa.

En síntesis, dicha barrera natural impidió el paso directo del río Juramento, limitando con el ello el arrastre de sedimentos, los cuales proporcionaría una topografía más elevada, propicia para el desarrollo de los bosques y selvas. Sin embargo, esta situación ha permitido que en este sector afectado en la actualidad encontremos grandes extensiones de áreas muy anegadizas de pastizales.

La importancia del conocimiento de las áreas de influencia de los abanicos aluviales es clave para la comprensión de la distribución, no sólo de las especies arbóreas, sino también de las poblaciones que allí existen. Un ejemplo de ello es la similitud entre las especies arbóreas en el sentido horizontal, por ejemplo, entre Chaco y Santiago del Estero, ambos influenciados por el río Juramento y no de norte a sur, donde se pueden manifestar los tres abanicos.

Si bien ya se ha demostrado las potencialidades que poseen los Sistemas de Información Geográfica, en este trabajo han resultado ser claves como punto de partida para comprender las áreas de influencia de cada mega abanico aluvial en la región chaqueña dentro del territorio argentino. La generación de modelos digitales de escurrimiento y la superposición de imágenes satelitales servirán como punto de partida en futuras investigaciones que permitan validar los resultados obtenidos.

Referencias bibliográficas

- Antezana, C.; Atahuachi, M., Arrázola, S., Fernández, E. y Navarro, G. (2000). "Ecología y biogeografía del género *Prosopis* (Mimosaceae) en Bolivia". *Rev. Bol. Ecol.* 8 (1), pp. 25-36. Disponible en <http://www.cesip.org.bo/rebeca/index.php/rebeca/articulo/view/121>
- Argollo Bautista, J. e Iriondo, M. (2008). *El Cuaternario de Bolivia y regiones vecinas*. Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe.
- Biani, N., Vesprini, J. y Prado, D. (2006). "Conocimiento sobre el gran Chaco Argentino en el siglo XX". En: Arturi, M. F., Frangi, J.L. y Goya J.F. (eds.), *Ecología y Manejo de los bosques de Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Cisneros, A.B., y Moglia, J.G. (2017). *Prosopis alba*, alternativa sustentable para zonas áridas y semiáridas. Sin datos editoriales.
- Colombo, F. (2010). Abanicos aluviales: Secuencias y modelos de sedimentación. En ARCHE, A (Ed.) *Sedimentología. Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. Pp. 131-224.
- 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 y Lutz, A. (2014). "Primer Registro de Equisetitesp. (Equisetaceae) en Sedimentos Cuaternarios del Río Bermejo (Formosa, Argentina)". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 49 (3), pp. 381-392. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/articulo/view/9469>
- Contreras, S.A. y Zucol, A.F. (2018). Late Quaternary vegetation history based on phytolith records in the eastern Chaco (Argentina), *Quaternary International*, 30, pp. 1-13. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.03.002>
- Contreras, S.A., Contreras, F.I., Lutz, A.I. y Zucol, A.F. (2015). "Contribución al conocimiento florístico del Chaco Oriental, sudeste de la provincia de Formosa, Argentina". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (4), pp. 531-574. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/articulo/view/12915>
- Doyle, F. (1978). "Digital terrain models: an overview". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* 44 (12), pp. 1481-1485.
- Felicísimo, Á. (1999). *Modelos Digitales del Terreno. Introducción y aplicaciones a las ciencias ambientales*. Biblioteca de Historia Natural, 3. Pentalfa Ediciones, Oviedo.
- Giménez, A.M., Ríos, N. y Moglia, J. (1998). "Leño y corteza de *Prosopis alba* griseb., algarrobo blanco, mimosaceae, en relación a algunas magnitudes dendrométricas. Universidad Austral de Chile". *Revista Bosque* 19 (2), pp. 53-62. Disponible en <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci-pdf&pid=S0717-92001998000200006-&lng=es&nrm=iso&tlng=bib>
- Ginzburg, R. y Adámoli, J. (2006). "Situación ambiental en el Chaco húmedo". En: Brown, A., MartínezOrtiz, U., Acerbi, M. y Corcuera, J. (eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires.
- Iriondo, M.H. (1992). *El Chaco. Holoceno* 1, pp. 50-63.
- Iriondo, M.; Colombo, F. y Kröhlhing, D. (2000). "Abanico aluvial del Pilcomayo, Chaco (Argentina-Bolivia-Paraguay): Características y significado sedimentario". *Geogaceta.* 28, pp. 79-82. Disponible en <http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo28/Art20.pdf>
- Maturo, H., Oakley, L. y Prado, D. (2005). Vegetación y posición fitogeográfica de la Reserva El Bagual. En: Di Giacomo A.G. y Krapovickas, S.F. (eds.), *Temas de Naturaleza y Conservación*, Monografía de Aves Argentinas, Buenos Aires.
- Miró, R.C., y Martos, D.E. (2002). *Mapa geológico de la provincia del Chaco*, escala 1: 500: 000. Servicio Geológico Minero Argentino (inédito), Buenos Aires, 8.
- Molina, A. y Rúgolo, Z. (2006). Flora Chaqueña Argentina (Formosa, Chaco y Santiago del Estero), Familia Gramíneas. Colección Científica del INTA, Argentina.
- Morello, J. y Adámoli, J. (1967). Vegetación y ambiente del Nordeste del Chaco Argentino: Guía de viaje, Tramo Resistencia-Puerto Pil-

- comayo N° 3. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Colonia Benítez.
- Peña Chocarro, M., De Egea, J., Vera, M., Maturro, H. y Knapp, S. (2006). Guía de árboles y arbustos del Chaco Húmedo. The Natural History Museum, Guyra Paraguay. Fundación Moisés Bertoni y Fundación Hábitat y Desarrollo, Asunción.
- Peri, V.G. (2012). *Caracterización morfotectónica de las Lomadas de Otumpa (Gran Chaco, Santiago del Estero y Chaco): influencias en el control del drenaje*. Tesis Doctorado), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Prado, D.E. 1993. "What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco V". *Candollea* 48, pp. 145-172.
- Rossello, E.A., y Bordarampé, C.P. (2005). Las Lomadas de Otumpa: nuevas evidencias cartográficas de deformación neotectónica en el Gran Chaco (Santiago del Estero, Argentina). In 16th Congreso Geológico Argentino, La Plata, Buenos Aires, CD-ROM, Paper (No. 210).
- Turner, J. (1970). *Matemática moderna aplicada. Probabilidades, estadística e investigación operativa*. Alianza Editorial, Madrid.
- Verga, A., Navall, M., Joseau, J., Royo, O. y Degano, W. (2009). "Caracterización morfológica, distribución geográfica y estimación de nichos ecológicos de algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina". *Quebracho*. 17, pp. 31-40. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48113035003>
- Villagra, P., Vilela, A., Giordano, C. y Álvarez, J.A. (2009). Desert Plants: Biology and Biotechnology. Ecophysiology of *Prosopis* Species From the Arid Lands of Argentina: What Do We Know About Adaptation to Stressful Environments? Chapter 15. Editor Ramawat K. pp. 508.