

2017, Volumen 2, Número 1: 1-11

Cambios climáticos en la región pampeana oriental durante los últimos 1000 años. Una síntesis con énfasis en la información zoogeográfica

Eduardo Pedro Tonni

División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. E-mail: eptonni@fcnym.unlp.edu.ar



Cambios climáticos en la región pampeana oriental durante los últimos 1000 años. Una síntesis con énfasis en la información zoogeográfica

Eduardo P. Tonni

División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. E-mail: eptonni@fcnym.unlp.edu.ar

RESUMEN. Se realiza una síntesis de la información zoogeográfica provista especialmente por los mamíferos, con relación a los cambios climáticos durante los últimos 1000 años en la región pampeana oriental. Durante el Máximo Térmico Medieval (MTM) el registro de los mamíferos indica temperaturas más altas que las actuales; esta condición produce el desplazamiento hacia el sur de micromamíferos chaqueños. La Pequeña Edad de Hielo (PEH) fue definida en la Argentina casi exclusivamente a través de observaciones faunísticas en la pampa oriental. El registro faunístico indica condiciones semiáridas a áridas con temperaturas más bajas que las actuales; estas condiciones son más frecuentes y significativas desde el siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XIX. En años recientes se observó en la región pampeana, la ampliación de los límites de distribución austral de numerosas especies vegetales y animales; esta modificación se atribuye al incremento en la temperatura.

Palabras clave: *Holoceno, Cambio climático, Mamíferos, Región pampeana oriental, Argentina*

ABSTRACT. **Climatic changes in the Eastern Pampean Region during the last 1000 years. A synthesis with emphasis on the zoogeographic information.** A synthesis of the zoogeographic information provided especially by the mammals in relation to the climatic change during the last 1000 years in the eastern pampean region, is provided. During the Medieval Thermal Maximum (MTM) in the Pampas, the mammals record indicates higher temperatures than today; these conditions led to the southward displacement of chacoan micromammals. The Little Ice Age (LIA) is known in Argentina almost exclusively through faunal observations in the eastern Pampas. The faunal records point to semiarid to arid conditions with temperatures lower than today. They are more frequent and significant from the late eighteenth until the second half of the nineteenth centuries. In recent years the extension of the southern distribution of numerous plant and animal species has been observed in the Pampean region; this change is attributed to the increase in temperature.

Key words: *Holocene, Climatic change, Mammals, Eastern Pampean Region, Argentina*

Introducción

Desde fines de la década de 1990, las condiciones climáticas que prevalecieron al comienzo del interglacial actual, fueron mejor comprendidos por el estudio de los núcleos de hielo de la Antártida y Groenlandia (véase Masson-Delmotte *et al.*, 2006; Wanner *et al.*, 2014; Masson *et al.*, 2017, y la bibliografía allí citada). Según esta evidencia, el clima del Holoceno se caracterizó por cambios rápidos y relativamente sincrónicos entre los Hemisferios norte y sur (figura 1). Los datos provistos por los núcleos de hielo de alta latitud, fueron complementadas con las de glaciares de áreas intertropicales, así como con temperaturas oceánicas, anillos de crecimiento de los árboles, espeleotemas, palinología y climatología histórica (ver por ej. Mayewski *et al.*, 2004). A estos *proxies*, en las reconstrucciones paleoambientales del Holoceno se suma el uso de la información zoogeográfica proveniente de las asociaciones de mamíferos —incluidos los micromamíferos— (véase por ejemplo Grayson, 2000; Cuenca-Bescós *et al.*, 2009; Terry *et al.*, 2011). Autores como por ejemplo Teta *et al.* (2013 y la bibliografía allí citada), sostienen que la acción antrópica (agricultura, ganadería, incendios de campos) puede vincularse con la retracción o extinción local de algunos taxones de micromamíferos. Ciertamente, en especial a partir de la segunda mitad del siglo XIX en la región pampeana, puede ser dificultoso separar la señal antrópica de la generada por factores climáticos; sin embargo esto no parece aplicable a lapsos tales como 1000-1300 AD dado que la actividad antrópica en la región estaba limitada a grupos nómadas con casi nulo impacto ambiental.

Lo que sigue es una síntesis de la información provista por los indicadores biológicos, especialmente mamíferos, con relación a los cambios climáticos acaecidos en la región pampeana oriental en los últimos 1000 años. Se hace también una referencia general a las modificaciones ambientales producidas en un lapso previo —el Máximo Térmico del Holoceno—, donde el incremento de la temperatura dio lugar a una elevación del nivel del mar que modificó los ambientes ubicados en cotas bajas.

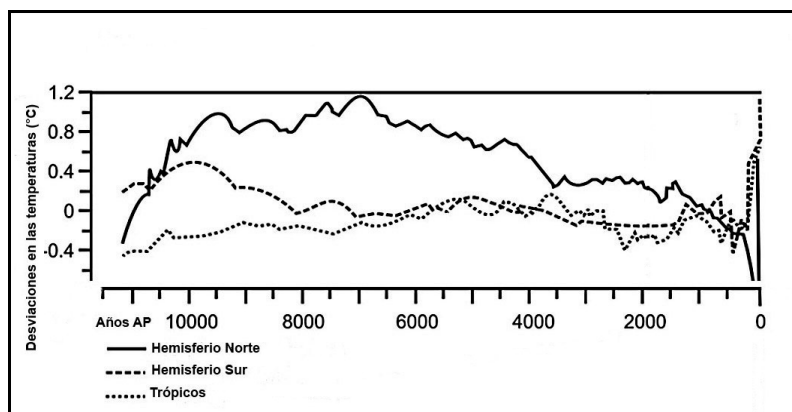


Figura 1. Promedio de las temperaturas del Holoceno para los Hemisferios Norte y Sur y los trópicos; el cero (0) corresponde a las medias instrumentales 1961-1990 (modificado de Wanner *et al.*, 2014).

El máximo térmico del Holoceno en las Pampas

Durante parte del Máximo Térmico del Holoceno (MTH, aproximadamente 7500-4500 años radiocarbono AP), las temperaturas globales fueron más altas que en la actualidad lo que generó un aumento global del nivel del mar. No hay consenso sobre la elevación alcanzada por el nivel del mar a lo largo de la costa atlántica bonaerense; Isla (1998) la estimó en +3,5 m para la costa sureste de la provincia de Buenos Aires, mientras que Cavallotto *et al.* (2004) estiman la elevación en +6,5 m para el Río de la Plata. Como resultado de la ingresión, en la región de la Pampa Deprimida se generaron

extensas llanuras costeras; la ingesión configuró asimismo las características geomorfológicas del actual estuario del Río de La Plata (véase Violante *et al.*, 2001; figura 2)

El MTH genera en la región pampeana un episodio de estabilización del paisaje con desarrollo de pedogénesis; este episodio coincide con la extensión austral de la distribución de elementos faunísticos subtropicales. Tal es el caso de *Scapteromys*, un cricétido de hábitos anfibios, registrado durante este lapso en un sitio arqueológico (La Moderna) del centro de la provincia de Buenos Aires, en el partido de Azul ($36^{\circ} 46' S$ - $59^{\circ} 51' O$; véase Tonni, 1990). El material no pudo identificarse a nivel específico dado que con restos fragmentarios tal identificación no es posible (Pardiñas, 1999). *Scapteromys* incluye dos especies: *S. aquaticus* en la Argentina, Paraguay y Brasil, y *S. tumidus*, en Uruguay y sur de Brasil (D'Elía & Pardiñas, 2015). En la Argentina la máxima distribución austral actual corresponde al noreste de la provincia de Buenos Aires, en la franja costera del Río de La Plata (Bianchini & Delupi, 1992; D'Elía & Pardiñas, 2015).



Figura 2. Sector de la costa de la provincia de Buenos Aires donde se destaca la llanura costera generada por la ingesión marina del MTH (modificado de Violante *et al.*, 2001; redibujado por Marcela Tomeo).

El cambio climático durante los últimos 1000 años

En 1965 el climatólogo inglés Hubert H. Lamb analiza un conjunto de evidencias provenientes fundamentalmente de documentos históricos e información meteorológica, señalando que “Evidence has been accumulating in many fields of investigation pointing to a notably warm climate in many parts of the world, that lasted a few centuries around A.D. 1000-1200, and was followed by a decline of temperature levels till between 1500 and 1700 the coldest phase since the last ice age occurred.” (Lamb, 1965: 13), para concluir: “The medieval warm epoch and the subsequent cold centuries, the so-called ‘Little Ice Age’, are confirmed” (Lamb, 1965: 34). De esta manera se introduce en la bibliografía especializada el concepto de Época Cálida Medieval (*Medieval Warm Epoch*), Período Cálido Medieval, Óptimo Climático Medieval o Anomalía Climática Medieval. En cuanto a la Pequeña Edad de Hielo, su introducción en la literatura data de fines de la década de 1930, cuando la frase “*Little Ice Age*” fue utilizada por el geólogo François E. Matthes; sin embargo para Matthes esta expresión implicaba un lapso temporal mayor al que posteriormente se le reconoce, ya que involucraba los movimientos de los glaciares desde los últimos 4.000 años. En la actualidad, si bien la interpretación de ambos eventos varía algo en el lapso que incluyen –según los diferentes autores–,

hay cierto consenso en referirlos a los intervalos 800–1300 AD y 1300–1900 AD, respectivamente (véase por ej.: Ljungqvist, 2010; figura 3).

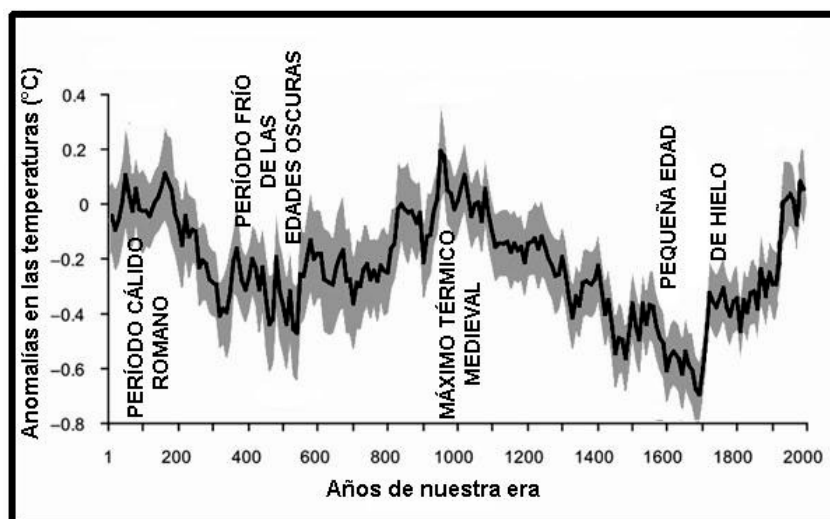


Figura 3. Reconstrucción de las variaciones en las temperaturas medias en el Hemisferio Norte (entre 90° y 30° norte) para el lapso 1-1999 AD, con relación a las medias instrumentales de 1961-1990 (modificado de Ljungqvist, 2010).

El Máximo Térmico Medieval (MTM)

Este evento climático tuvo notables y conocidas influencias históricas. Entre las más destacadas, se encuentra el significativo incremento en la demografía en Europa durante los siglos XIII y XIV como consecuencia de las mejores cosechas (Malanima, 2009), la colonización de la costa sur de Groenlandia por los vikingos liderados por Eric el Rojo (véase Ogilvie *et al.*, 2000), y el abandono de las aldeas Anasazi en la cuenca de San Juan (suroeste de los Estados Unidos de América), causado por sequías persistentes y la consecuente pérdida de los cultivos (Benson, *et al.*, 2007).

En la región pampeana, alrededor de 1300 AD, el registro de micromamíferos indica mayor temperatura que la actual en latitudes como 38° 26' S (Centinela del Mar, partido de General Alvarado; véase Pardiñas, 1996, Pardiñas & Tonni, 2000). Estas condiciones condujeron al desplazamiento hacia el sur de micromamíferos, incluyendo un quiróptero hematófago del género *Desmodus*, y dos roedores sigmodontinos (*Pseudorizomys simplex* y *Bibimys cf. Torresi*).

El registro del armadillo *Dasyopus hybridus* en un paleosuelo datado en ca. 1000 AD (38° S-61° O), probablemente esté relacionado con este evento cálido. Abba & Vizcaíno (2011) señalan que "...la asociación *Chaetophractus villosus* - *Dasyopus hybridus* caracteriza al Holoceno tardío, próximo al contacto europeo (siglo XVI) o posterior, con condiciones ambientales similares a las actuales" (Abba & Vizcaíno, 2011: 195). Párrafos más adelante, estos mismos autores indican que "Es así posible que *Dasyopus hybridus* se haya retraído durante la PEH [Pequeña Edad de Hielo] para reingresar posteriormente cuando comenzaron nuevamente a incrementarse las condiciones del interglacial actual" (Abba & Vizcaíno, 2011: 195; véase también Soibelzon, 2017).

En el noreste de la provincia de Buenos Aires, el sitio La Bellaca 2 (34° 22' S y 58° 35' O) proveyó restos del cánido *Chrysocyon brachyurus* con una antigüedad de 680 + 80 años radiocarbono AP, que calibrada en años calendario corresponde al lapso 1279 y 1396 AD, es decir la parte final del Período Cálido Medieval (véase Prevosti *et al.*, 2004). La distribución actual de *C. brachyurus* está vinculada a temperaturas medias de escaso rango de variación, entre 21,2 °C y 19°C, y a precipitaciones medias de amplio rango, entre 1582,2 y 593,3 mm (Prevosti *et al.*, 2004). Ciertamente, las temperaturas deben constituir el factor fundamental en cuanto a determinar la distribución de este

gran cálido; en tal sentido, durante el Holoceno se verificaron varios episodios con incrementos en las temperaturas (véase figuras 1 y 2), el último de los cuales corresponde al citado Período Cálido Medieval.

La Pequeña Edad de Hielo (PEH)

Según deMenocal (2001), la PEH se desarrolló en el intervalo 1550-1900 AD. Este evento frío fue reconocido en el norte de Europa a través del estudio de los avances de los glaciares en tiempos históricos, especialmente desde el siglo XVI. Para América del Sur, investigadores de IANIGLA (Mendoza) recopilaron extensos datos sobre las variaciones de los glaciares antes e inmediatamente después de la PEH (véase por ej.: Masiokas *et al.*, 2009; 2012).

La PEH es conocida en la Argentina casi exclusivamente a través de observaciones faunísticas en la pampa oriental. Los registros de fauna indican condiciones semiáridas a áridas con temperaturas más bajas que las actuales, más frecuentes y significativas desde fines del siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Informes de viajeros calificados (ver Tonni, 1985; Deschamps *et al.*, 2003, y la bibliografía allí citada) hacen referencia a las condiciones ambientales durante este tiempo. Las acuarelas y descripciones de Emeric Essex Vidal, corresponsal de la *Royal British Navy* en Buenos Aires entre 1816 y 1818, son ilustrativas. En su referencia al mercado de Buenos Aires, comenta que los armadillos que se consumen son traídos a la venta por los indios de "cuarenta leguas al interior". En la descripción de esos armadillos, señala que "... escapa de sus perseguidores rodando como si fuera una pelota pendiente abajo ..." (Deschamps *et al.* 2003: 10). Esta característica, única entre los armadillos, es típica del mataco o quirquincho bola (*Tolypeutes matacus*), un dasipodido actualmente extinto en la provincia de Buenos Aires (Abba & Vizcaíno, 2011) y que habita en regiones áridas y semiáridas del territorio argentino desde el norte, a través del centro, hasta el norte de San Luis.

La mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*) es una especie que actualmente habita en los dominios zoogeográficos Patagónico y Central; en el siglo XIX es mencionada por viajeros en distintas áreas de la provincia de Buenos Aires, hasta latitudes cercanas a 35°sur en el oeste (Tonni, 1985).

En el sector norte de la bahía de Samborombón, en las proximidades de la localidad de Pipinas (35° 31' sur – 57° 17' oeste), se encuentra una población del armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Carlini & Vizcaíno, 1987; Soibelzon *et al.*, 2007), que actualmente habita en el centro del territorio argentino bajo condiciones áridas a semiáridas. Carlini & Vizcaíno (1987) describen a esta población ribereña como relicto de una distribución más amplia que ocupó gran parte del actual territorio de la provincia de Buenos Aires, bajo las condiciones de aridez y semiaridez del Pleistoceno tardío y parte del Holoceno (ver también Deschamps *et al.*, 2003; Soibelzon *et al.*, 2007).

Otro armadillo, el pichi, *Zaedyus pichiy*, se distribuyó durante parte del Holoceno medio y tardío en el sector centro-oriental de la provincia de Buenos Aires, mientras que en la actualidad está restringido a los partidos del sur bonaerense (Abba & Vizcaíno, 2011). Durante los eventos climáticos de menor precipitación y temperatura, *Zaedyus pichiy* expandió su distribución dentro de lo que hoy es la Pampa austral y la Pampa inundable, mientras que durante los episodios húmedos y cálidos se retrajo al Espinal (Abba & Vizcaíno, 2011; Soibelzon, 2017).

Stutz *et al.* (2009) realizaron un exhaustivo análisis de indicadores biológicos (polen, diatomeas, fitolitos, entre otros) provenientes de sedimentos del fondo de la laguna Nahuel Rucá (partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, 37°37'05"S y 57°25'48"O). Concluyeron que durante los últimos 400 años se verificó un descenso en las temperaturas y un altamente variable régimen hidrológico, condiciones que se vinculan con la PEH. Conclusiones similares fueron obtenidas por Laprida y

Valero Garcés (2009) a través del estudio de los ostrácodos provenientes de sedimentos del fondo de la laguna de Chascomús (35° 35' 52" S – 58° 01' 47" O).

A través del análisis radiocarbónico de una tafocenosis localizada sobre la margen izquierda del río Salado (35° 49' 36, 8" sur; 58° 16' oeste), en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Tonni *et al.* (2008) determinaron que la misma se originó en el lapso 1817–1828 AD. La fecha corresponde a la “Gran Seca”, uno de los eventos de sequía más importantes de la región pampeana, sobre el que se tiene registro histórico. La “Gran Seca” se desarrolla en el marco de la PEH lapso durante el cual –como se señaló–, predominan las condiciones de aridez. Sin embargo, durante este lapso también se registraron en la región períodos de grandes inundaciones que alternaron con los eventos secos predominantes. El conjunto de eventos secos y húmedos en la región pampeana, con evidencias de cierta periodicidad, es para algunos autores el resultado de episodios ENSO (*El Niño Southern Oscillation*), donde los años de exceso hídrico (El Niño) alternan con aquéllos de déficit hídrico (La Niña; Schnack & De Francesco, 2002).

En el ya citado aporte de Deschamps *et al.* (2003) se realizó un estudio de la evolución de las precipitaciones en Buenos Aires desde el siglo XVIII hasta el XX, empleando métodos semicuantitativos, datos derivados de la climatología histórica y datos faunísticos. Estos autores concluyen que: 1) variaron las estaciones del año en las cuales se verifican las mayores precipitaciones. Así se pasó de la secuencia Otoño-Verano-Primavera-Invierno a Verano-Otoño-Primavera-Invierno. Consecuentemente, la pseudoestepa pampeana caracterizada por dos descansos anuales, uno de invierno por las bajas temperaturas y otro de verano por la falta de disponibilidad de agua, se transformó por causas climáticas. Así, el incremento de las precipitaciones de verano genera durante esta estación una disponibilidad de agua que compensa las altas temperaturas, dando lugar a un único –y parcial–, descanso anual, el invernal, como se verifica en la actualidad. 2) Hasta 1842 sobre 268 años, hubo 98 años de sequías (36%) y 15 años de inundaciones (5%), sobre el total de años “normales”, es decir aquéllos sobre los que no hay referencias especiales respecto a ambos eventos. 3) Desde 1842, sobre 155 años, hubo 16 años de sequías (10%) y 39 años de inundaciones (25%), sobre el total de años “normales”. 4) Desde 1842 en adelante se produjo un cambio importante en la vegetación, con pastizales más abundantes. Esto, unido a cambios en las políticas económicas provocó un incremento notable en la cría de ganado lanar, el denominado proceso de “merinización”.

En un mapa de 1748 realizado por el jesuita Joseph Cardiel (figura 4), se observa la desembocadura del río Quequén Grande (“*Río y puerto de Sn. Joseph*”) en el actual partido de Necochea, y sobre la margen derecha un amplio sector desértico (“*Tierra pelada sin pastos ni yerva...*”) desarrollado bajo las condiciones climáticas de la *Pequeña Edad de Hielo* (véase Politis, 1984). La gran inundación de mayo-junio de 1980 que se produjo en el área (figura 5), dejó al descubierto los sedimentos eólicos que había cartografiado Cardiel (“*Tierra pelada...*”). En estos sedimentos se desarrolló el suelo que sustentó la explotación agropecuaria actual del área y que fue localmente eliminado por la inundación.

El cambio climático actual

Los últimos 400 mil años de la historia de la Tierra se caracterizaron por episodios cíclicos, de aproximadamente 100 mil años, en los cuales a una relativamente breve fase cálida interglacial –de unos 20 mil años de duración–, le sigue una fase fría glacial, con una duración de unos 80 mil años. Hace 11.700 años finalizó el último avance glacial, dando inicio a la época geológica actual, el Holoceno, y al interglacial actual. Es decir que desde el punto de vista climático, la Tierra se encuentra actualmente promediando una fase cálida, interglacial; de tal forma, e independientemente de los

cambios generados por la actividad antrópica, es de esperar una tendencia hacia temperaturas más elevadas (figura 6).

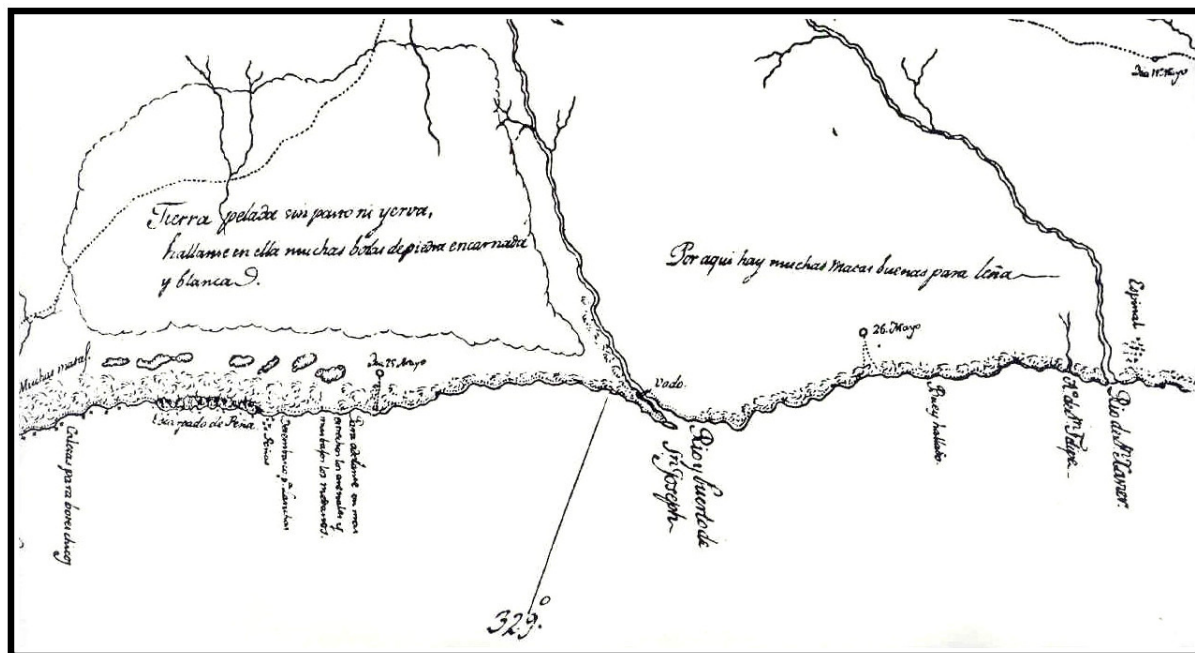


Figura 4. Fragmento del mapa de 1748 realizado por el jesuita Joseph Cardiel. Se observa la desembocadura del río Quequén Grande ("Río y puerto de Sn. Joseph") en el actual partido de Necochea, y sobre la margen derecha un amplio sector desértico ("Tierra pelada sin pastos ni yerba...") existente bajo las condiciones climáticas de la PEH.



Figura 4 Fotografía aérea del río Quequén Grande en mayo-junio de 1980, en las inmediaciones de Paso Otero. La gran inundación de ese momento eliminó parcialmente el suelo y dejó al descubierto los sedimentos eólicos referidos por Cardiel en la figura anterior ("Tierra pelada...").

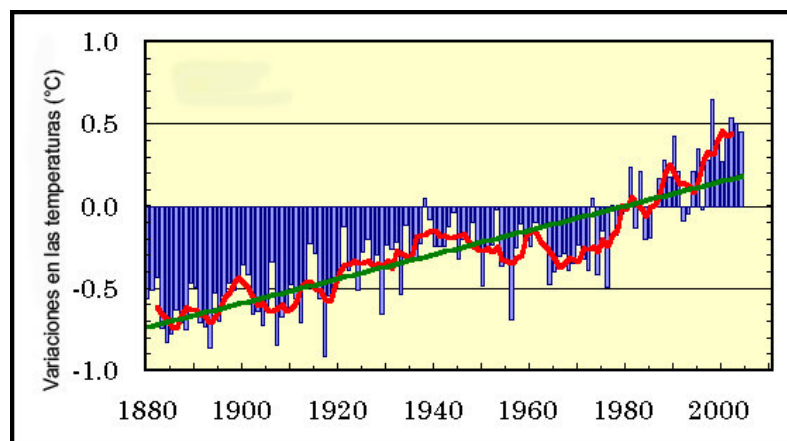


Figura 6. Variaciones en las temperaturas globales de la superficie terrestre desde 1880 a 2004 (registros instrumentales); las desviaciones son respecto al promedio 1971-2000 (cero). La curva en rojo indica promedios de 5 años; las barras azules indican variaciones en las temperaturas medias anuales, y la línea verde es la tendencia (modificado de TCC News, 2005).

Ciertamente, en los últimos años se verificaron en la región pampeana modificaciones en la distribución de la flora y la fauna que en gran parte parecen responder a la tendencia en el incremento de la temperatura. En ese sentido, Guerrero & Cellini (2017) se refieren al desplazamiento del límite austral de distribución de varias especies vegetales. Señalan que “Se considera que el arribo de especies de latitudes más bajas a la costa del Río de La Plata se debe en gran parte a las crecientes del sistema fluvial, que arrancan vegetación de las orillas de los ríos del norte y la arrastran hacia su desembocadura... El establecimiento de poblaciones de estas especies a partir de los propágulos que arriban a las nuevas localidades depende en parte del sustrato y del clima. El clima en el norte de Buenos Aires, que presenta menor pluviosidad, menores promedios de temperatura y mayor frecuencia de heladas que el norte de Argentina, era el principal factor que disponía que la mayoría de las especies que arribaban a la costa platense no lograran colonizarla efectivamente ... Sin embargo, las condiciones climáticas han cambiado constantemente durante el siglo XX en el área de estudio, presentando una tendencia al incremento de las precipitaciones y temperaturas entre otras variables...” (Guerrero & Cellini, 2017: 56).

En el mismo sentido, Guerrero & Agnolin (2016) indican que numerosas especies vegetales y animales ampliaron su rango de distribución austral en años recientes. Para el caso de los mamíferos, destacan la presencia en el norte de la provincia de Buenos Aires de especies de mediano tamaño tales como *Dasyopus novemcinctus* (Dasyopodidae), *Cerdocyon thous* (Canidae), y *Procyon cancrivorus* (Procyonidae), a los que se sumarían los micromamíferos *Cryptonanus chacoensis* (Didelphidae), *Deltamys kempii*, *Oligoryzomys nigripes* y *Holochilus chacarius* (Cricetidae); sin embargo no descartan que “...the extension of their southern distributional limits could also be attributed to lack of historical collections” (Guerrero & Agnolin, 2016: 16). Entre las aves, los registros que implican ampliación austral del área de distribución son numerosos pero se destaca el caso de *Penelope obscura* (Cracidae). Este crácido habita en áreas boscosas del noreste (*P. obscura obscura*) y del noroeste (*P. obscura bridgesi*), habiéndose registrado recientemente en una localidad tan austral como Punta Rasa (36° 17' S y 56° 46' O).

A partir del análisis de las distribuciones de numerosos taxones, Guerrero & Agnolin (2016) concluyen que “One hundred and fifteen species belonging to different major groups extended their geographical ranges towards southerly locations in northeastern Buenos Aires province by late 20th and early 21th centuries... The changes of geographical distribution limits observed in a large diversity of plant and animal taxa of ecologically divergent groups appear to be coeval with some wellknown climatic changes” (Guerrero & Agnolin, 2016: 17).

Los cambios climáticos de los últimos 1000 años se desarrollaron cuando el hombre ya estaba presente en casi todo el globo, incluida la región pampeana; esos cambios fueron en ocasiones positivos para el desarrollo de la humanidad (por ej.: MTM en Europa) y en otras negativos (por ej.:

MTM en el sur de América del Norte; PEH en diversas áreas geográficas), y el hombre se adaptó a esos cambios. Ese es justamente el desafío: el cambio climático se está produciendo y deben buscarse formas de adaptación a las nuevas circunstancias. La tendencia a exagerar las consecuencias del cambio climático y de la responsabilidad del hombre en ese cambio es producto del sistema actual de circulación de la información, donde ésta no se correlaciona positivamente con la capacidad del recipiente para recibirla, y en ocasiones con la capacidad de quien la trasmite.

En suma, el cambio climático está entre nosotros y contamos con mucha más información y tecnología que nuestros ancestros para enfrentarlo con responsabilidad y eficiencia.

Referencias

- Abba, A. M. y Vizcaíno, S.F. 2011. Distribución de los armadillos (*Xenarthra*, *Dasypodidae*) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 18 (2): 185-206.
- Benson, L., Petersen, K. y Stein, J. 2007. Anasazi (pre-Columbian native-american) migrations during the middle-12th and late-13th centuries- Were they drought induced? *Climatic Change* (2007) 83: 187–213.
- Bianchini, J.J. & Delupi, L.H. 1992. Guía de los mamíferos vinculados a los ambientes acuáticos continentales de la Argentina. En Castellanos, Z.A. (dir.): *Fauna de Agua Dulce de la República Argentina*, vol. 44, fasc. 2, 79 pp.
- Carlini, A.A. & Vizcaíno, S.F. 1987. A new record of the armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Gray, 1865) in the Buenos Aires Province of Argentina: Possible causes for the disjunct distribution. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 22(1):53-56.
- Cavallotto, J.L., Violante, R.A. & Parker, G. 2004. Sea-level fluctuations during the last 8600 years in the de la Plata river (Argentina). *Quaternary International* 114:155–165.
- Cuenca-Bescós, G., Straus, L.G., González Morales, M.R. & García Pimienta, J.C. 2009. The reconstruction of past environments through small mammals: from the Mousterian to the Bronze Age in El Mirón Cave (Cantabria, Spain). *Journal of Archaeological Science* 36: 4: 947–955.
- D'Elía, G. & Pardiñas, U.F.J. 2015. Genus *Scapteromys* Waterhouse, 1837. En Patton, J.L., Pardiñas, U.F.J. & D'Elía, G., (eds.): *Mammals of South America*, 2. Rodents pp. 269-274, The University of Chicago Press.
- deMenocal, P.B. 2001. "Cultural responses to climate change during the late Holocene". *Science* 292; 667-673.
- Deschamps, J.R., Otero, O. & Tonni, E.P. 2003. Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX. *Universidad de Belgrano, Departamento de Investigación, Documentos de Trabajo* 109: 1-18.
- Guerrero, E.L. & Cellini, J.M. 2017. Corrimiento del límite austral en tres especies de *Pleopeltis* (Polypodiaceae) y su posible relación con el cambio climático en Buenos Aires, Argentina. *Cuadernos de Investigación UNED* (ISSN: 1659-4266) 9 (1): 51-58.
- Guerrero, E.L. & Agnolin, F.L. 2016. Recent changes in plant and animal distribution in the southern extreme of the Paranaense biogeographical province (northeastern Buenos Aires province, Argentina): Ecological responses to climate change?, *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.* 18 (1): 9-30.
- Grayson, D. 2000. Mammalian Responses to Middle Holocene Climatic Change in the Great Basin of the Western United States. *Journal of Biogeography* 27 (1): 181-192.
- Isla, F.I. 1998. Holocene coastal evolution in Buenos Aires Province, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula* 16:297–321.
- Lamb, H.H. 1965. The early Medieval Warm Epoch and its sequel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1: 13-37

- Laprida, C. & Valero Garcés, B. 2009. Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameghiniana* 46 (1): 95-111.
- Ljungqvist, F.C. 2010. A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler: Series A*, Swedish Society for Anthropology and Geography, pp. 339-351.
- Malanima, P. 2009. Pre-Modern European Economy One Thousand Years (10th-19th Centuries). *Brill, Global Economic History Series*, 423 pp.
- Masiokas, M.H., Rivera, A., Espizua, L.E., Villalba, R., Delgado S. & Aravena, J.C. 2009. Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3-4). 242-268.
- Masiokas, M.H., Christie, D., Grosjean, M., Rivera, A., Villalba, R., Kiefer, T. (eds) 2012. *Climate variations in South America over the last 2000 years. Climate of the Past*, Vol. 8 (Spec Issue). European Geosciences Union, Copernicus Publications, p. 163.
- Masson-Delmotte, V., Dreyfus, G., Braconnot, P., Johnsen, S., Jouzel, J., Kageyama, M., Landais, A., Loutre, M.-F., Nouet, J., Parrenin, F., Raynaud, D., Stenni, B., & Tüenter, E. 2006. Past temperature reconstructions from deep ice cores: relevance for future climate change. *Climate of the Past*, 2, 145–165.
- Masson V. , Vimeux, F., Jouzel, J. & Morgan, V. 2017. Holocene Climate Variability in Antarctica Based on 11 Ice-Core Isotopic Records. *Quaternary Research*, 54 (3): 348-358.
- Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Karlén, W., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E.A., Gasse, F., Kreveld, S. van, Holmgren, K. & Lee-Thorp, J. 2004. Holocene climate variability. *Quaternary Research* 62 (3): 243–255
- Ogilvie, A.E.J., Barlow, L.K. & Jennings, A.E. 2000. "North Atlantic Climate c. AD 1000: Millennial Reflections on the Viking Discoveries of Iceland, Greenland, and North America." *Weather* 55 (2): 34–45.
- Pardiñas, U.F.J. 1996. El registro fósil de *Bibimys Massoia*, 1979 (Rodentia) en la Argentina. Consideraciones sobre los *Scapteromyiini* (Cricetidae, Sigmodontinae) y su distribución durante el Plioceno-Holoceno en la región pampeana. *Mastozoología Neotropical*, 3(I): 15-38
- Pardiñas, U.F.J. 1999. Los roedores muroideos del Pleistoceno tardío-Holoceno en la región pampeana (sector este) y Patagonia (República Argentina): aspectos taxonómicos, importancia bioestratigráfica y significación paleoambiental. Tesis doctoral (inédita) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional La Plata, 283 pp.
- Pardiñas, U.F.J. & Tonni, E.P. 2000. A giant vampire (Mammalia, Chiroptera) in the late Holocene from the Argentinean pampas: paleoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160: 213-221.
- Politis, G.G. 1984. Climatic variations during historical times in Eastern Buenos Aires Pampas, Argentina. *Quaternary of South America and Antartic Peninsula*, 3: 133-161.
- Prevosti, F., Bonomo, M. & Tonni, E.P. 2004. La distribución de *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1811) (Mammalia, Carnivora, Canidae) durante el Holoceno en la Argentina: implicancias paleoambientales. *Mastozoología Neotropical* 11 (1): 27-43.
- Schnack, E.J. & De Francesco, F.O. 2002. El Niño en El Plata: impactos morfodinámicos y ecológicos. En *Taller El Niño: sus impactos en El Plata y en la región pampeana*, pp. 23-26. CIC, La Plata.
- Soibelzon, E. 2017. Using Paleoclimate and the Fossil Record to Explain Past and Present Distributions of Armadillos (*Xenarthra*, *Dasyopodidae*). *Journal of Mammal Evolution* (<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10914-017-9395-8>).

- Soibelzon, E., Daniele, G., Negrete, J., Carlini, A.A. & Plischuk, S. 2007. Annual diet of the little hairy armadillo, *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia, Dasypodidae), in Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Mammalogy* 88:1319-1324.
- Stutz, S., Borel, M., Fontana, S.L., del Puerto, L., Inda, H., Garcia-Rodriguez, F. & Tonello, M.S. 2010. Late Holocene climate and environment of the SE Pampa grasslands, Argentina, inferred from biological indicators in shallow, freshwater Lake Nahuel Ruca. *Journal of Paleolimnology* 44: 761–775.
- TCC News 2005. Tokyo Climatic Center, *Japan Meteorological Agency*, 1: 1-4.
- Terry, R., Li, Ch. & Hadly, E. 2011. Predicting small-mammal responses to climatic warming: autecology, geographic range, and the Holocene fossil record. *Global Change Biology* (2011) 1-16.
- Teta, P., Pardiñas, U.F.J., Silveira, M., Aldazabal, V. & Eugenio, E. 2013. Roedores sigmodontinos del sitio Arqueológico ‘El Divisadero Monte 6’ (Holoceno tardío, Buenos Aires, Argentina): taxonomía y reconstrucción ambiental. *Mastozoología Neotropical*, 20 (1): 171-177.
- Tonni, E.P. 1985. Mamíferos del Holoceno de partido de Lobería, provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos del Holoceno del sector oriental de Tandilia y área Interserrana. *Ameghiniana* 22 (3-4): 283-288.
- Tonni, E.P. 1990. Mamíferos del Holoceno en la provincia de Buenos Aires. *Paula-Coutiana*, (4): 3-21. Porto Alegre.
- Tonni, E.P., Bonini, R.A., Molinari, A.E., Prevosti, F.J., Pomi, L.H., Carbonari, J.E. & Huarte, R. 2008. Análisis radiocarbónico en una tafocenosis de la región pampeana (provincia de Buenos Aires, Argentina). Su vinculación con la Gran Seca de 1827-1832. *Intersecciones en Antropología* 9: 307-311.
- Violante, R.A., Parker, G. & Cavallotto, J.L. 2001. Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 56: 51-66.
- Wanner, H., Mercolli, L., Grosjean, M., & Ritz S. P. 2014. Holocene climate variability and change; a data-based review. *Journal of the Geological Society*, <http://jgs.lyellcollection.org/>

Recibido: 17 mayo 2017

Aceptado: 27 junio 2017