

CAPÍTULO 7

El cambio climático en la Argentina desde el Último Máximo Glacial, las variaciones en las asociaciones faunísticas y las extinciones

Eduardo P. Tonni

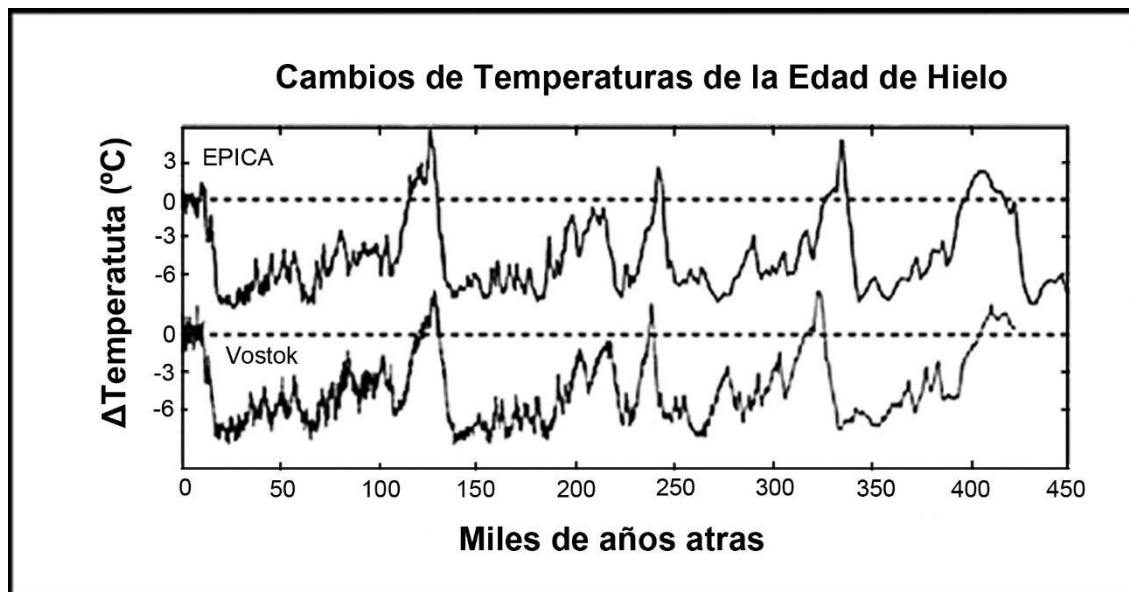
Introducción

El Último Máximo Glacial (en inglés *Last Glacial Maximum*, LGM) se refiere a la época de máxima extensión de las capas de hielo durante el último ciclo glacial. El tiempo en que los glaciares alcanzan su máxima extensión varía según los autores y las regiones involucradas. Así, para la región patagónica, Rabassa et al. (2022) establecen una fecha cercana a 24 ka calibrados AP. Por su parte, Clark et al. (2009) determinan que en el hemisferio norte los glaciares estaban en su posición máxima entre 26,5 y 19-20 ka AP. Según Rabassa et al. (2022), la red de drenaje actual se desarrolló después del LGM, particularmente, en aquellos casos con reversión de drenaje, cuando los glaciares comenzaron a derretirse debido a los cambios climáticos globales. El impacto ambiental de las glaciaciones del Pleistoceno se extendió por toda la Patagonia. La colonización humana de la Patagonia tuvo lugar en algún momento posterior al Último Máximo Glacial y durante el Glacial Tardío (hace aproximadamente 18.000 a 13.000 años) y se completó a lo largo de todo el Holoceno temprano.

Los cambios en las temperaturas en los últimos 450 mil años

El Pleistoceno, que comenzó hace 2,58 Ma y finalizó 11.700 años atrás –cuando inicia la época geológica actual, el Holoceno–, es un lapso caracterizado por la inestabilidad climática y por los abruptos cambios ambientales, que afectaron con variable rigor distintas áreas del planeta. La última glaciación está caracterizada por tres descensos bruscos del nivel del mar, que tuvieron lugar hace 115.000 años, 85.000 años y 30.000 años. Los últimos 450.000 años del Pleistoceno están determinados por ciclos de glaciaciones y deglaciaciones de gran amplitud. Una pequeña proporción de este tiempo, cercana al 20%, fue ocupada por períodos cálidos interglaciales, los que duraron entre 10 y 30.000 años (Figura 7.1).

Figura 7.1



Nota. Cambios climáticos documentados a partir de los núcleos de hielo de Vostok 1 (Petit et al., 1999) y datos de EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*, EPICA, 2004), para los últimos 450.000 años (modificado de Foscolo, 2010: figura 3).

En el hemisferio norte la glaciación dio lugar a un gran cambio en el paisaje. Durante los estadios glaciales, los mantos de hielo y el *permafrost* se extendieron durante todo el año por amplias regiones de América del Norte y Eurasia, en tanto que las nieves perpetuas en las zonas montañosas se encontraban a unos 900 metros debajo de las cotas actuales. En el hemisferio sur, el incremento del hielo continental no fue tan importante. En los Andes australes y en la Patagonia las nieves perpetuas descendieron unos 1.000 metros.

Unos 115.000 años atrás comenzó en nuestro planeta el último gran enfriamiento global que desencadenó la última Gran Glaciación Pleistocena.

Ponce y Rabassa (2012) señalan que durante el LGM, gran parte de la Patagonia estuvo cubierta por glaciares. Un enorme manto de hielo se desarrolló sobre la cordillera de los Andes, desde el norte de la provincia del Neuquén hasta el extremo sur de Tierra del Fuego. En el oeste, al sur del paralelo 42°S, el hielo cubría la totalidad de la superficie de la actual República de Chile. Los citados autores expresan que, durante el máximo de la última glaciación, el nivel del mar se encontraba aproximadamente entre 120 y 140 m por debajo de su nivel actual, por lo que gran parte de la plataforma continental argentina quedó expuesta, generándose una enorme planicie subaérea a lo largo de la costa atlántica desde la región pampeana a la patagónica (Figura 7.2).

El modelo paleogeográfico propuesto por Ponce y Rabassa determina luego que posteriormente al LGM, se desarrolló un período de mejoramiento climático global que llevó a la finalización de la Última Glaciación Pleistocénica. En la Patagonia, estudios basados en modelos de deglaciación muestran que el deshielo fue más intenso durante los primeros 1000

años y continuó con menor intensidad hasta los 9000 o 8000 años AP aproximadamente, momento en el que la cobertura de hielo alcanzó dimensiones similares a las actuales.

Para este momento, el nivel mar había ascendido hasta los -90m por debajo del actual y la extensión de la gran planicie emergida al este de la actual costa atlántica argentina se habría reducido aproximadamente a un 65%. Aproximadamente entre 13.000 y 12.500 años AP, un nuevo enfriamiento —denominado Reversión Fría Antártica en el hemisferio sur y aproximadamente sincrónico con el *Younger Dryas* en el hemisferio norte— interrumpió el mejoramiento climático que siguió a la Última Glaciación. Este evento frío, tuvo una magnitud menor en comparación con la Última Glaciación y su duración fue de aproximadamente 1500 años. En el transcurso de este episodio frío, los glaciares experimentaron nuevos avances. Los autores citados expresan que los últimos remanentes de la plataforma continental expuesta habrían perdurado hasta los 9000 años AP, momento en el que las costas argentinas adquieren su configuración actual, al igual que los mantos de hielo existentes a lo largo de la cordillera patagónica.

Figura 7.2



Nota. Posición de la línea de costa en los momentos de estabilización aparente del nivel del mar (según Ponce y Rabassa, 2012: figura 4).

Los mamíferos durante el Último Máximo Glacial en la región pampeana y su relación con la configuración zoogeográfica actual

Tonni et al. (1999) consideran que durante el Pleistoceno la presencia de mamíferos que hoy habitan zonas con diferentes climas y en diferentes provincias faunísticas (asociaciones

no análogas) está relacionado con cambios rápidos en las temperaturas, los cuales no son registrados por el tiempo promediado que implican las tafocenosis y el relativamente bajo nivel de resolución del registro fósil pampeano.

La mayoría de los indicadores muestran que el clima en la región pampeana fue fundamentalmente árido desde el Sanandresense (Plioceno tardío-Pleistoceno temprano) al menos hasta el Pleistoceno más tardío. La mayoría de los mamíferos que habitan actualmente la región pampeana son muy escasos o no se registran en la mayor parte del Pleistoceno tardío y en el Holoceno más temprano (por ejemplo, el marsupial *Didelphis albiventris*, el armadillo *Dasypus hybridus*, los roedores *Cavia aperea*, *Myocastor coypus* e *Hydrochoerus hydrochaeris*, los carnívoros *Galictis cuja* y *Conepatus chinga*).

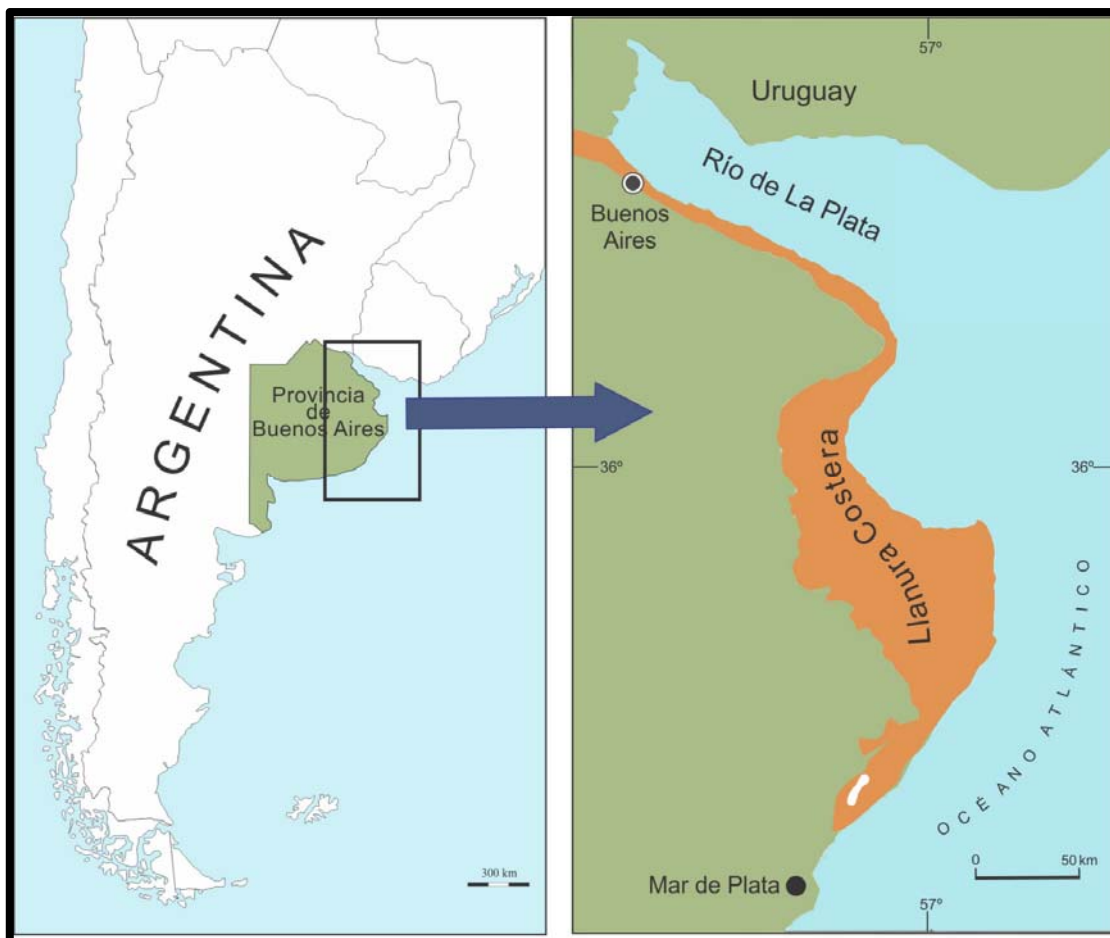
El patrón de circulación atmosférica durante el LGM probablemente no era muy diferente al de la actualidad. El anticiclón del Atlántico Sur estaba ubicado más cerca del ecuador que hoy (Clapperton, 1993). Los vientos del este producen actualmente la mayor parte de las precipitaciones en la región pampeana. Las precipitaciones disminuyen gradualmente desde el noreste al suroeste. Durante el LGM, el este era más húmedo mientras que los vientos perdían humedad hacia el oeste (similarmente a la actualidad) y como consecuencia se manifestaba una mayor aridez en las pampas. Recordar que la costa estaba situada muchos kilómetros más al este debido a la caída del nivel del mar, lo cual, probablemente, influyó en el gradiente diurno de temperatura pero no necesariamente en las precipitaciones. Los vientos del oeste, como en la actualidad, no trajeron humedad a la región pampeana.

La región pampeana estaba cubierta por vegetación desértica, prosperando en dunas de arena y campos de loess. La combinación del descenso de las temperaturas —quizá de unos 5°C, el aumento de la aridez, y la composición de los conjuntos de mamíferos sugieren que durante el LGM, esta región habría tenido un clima árido y relativamente frío, similar al que prevalece hoy en el norte de la Patagonia. Razón por la cual, además de megafauna, en las pampas se hallaban especies asociadas a ambientes áridos y semiáridos, tales como el marsupial *Lestodelphys halli*, endémico del Dominio Zoogeográfico Patagónico, y el carnívoro *Lyncodon patagonicus*, característico de los Dominios Patagónico y Central o Subandino.

El Holoceno y la fauna

Los mamíferos que se encuentran en los sedimentos referibles al Platense (Holoceno) suelen indicar condiciones secas pero no frías. Condiciones cálidas y probablemente más húmedas coincidieron con la ingresión marina del Máximo Térmico del Holoceno (MTH, ca. 7500–4500 años AP). El incremento de las temperaturas durante el MTH 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; según los autores se estimó entre +3,5 m para la costa sureste de la provincia de Buenos Aires y +6,5 m para el Río de la Plata (Figura 3; véase Tonni, 2017).

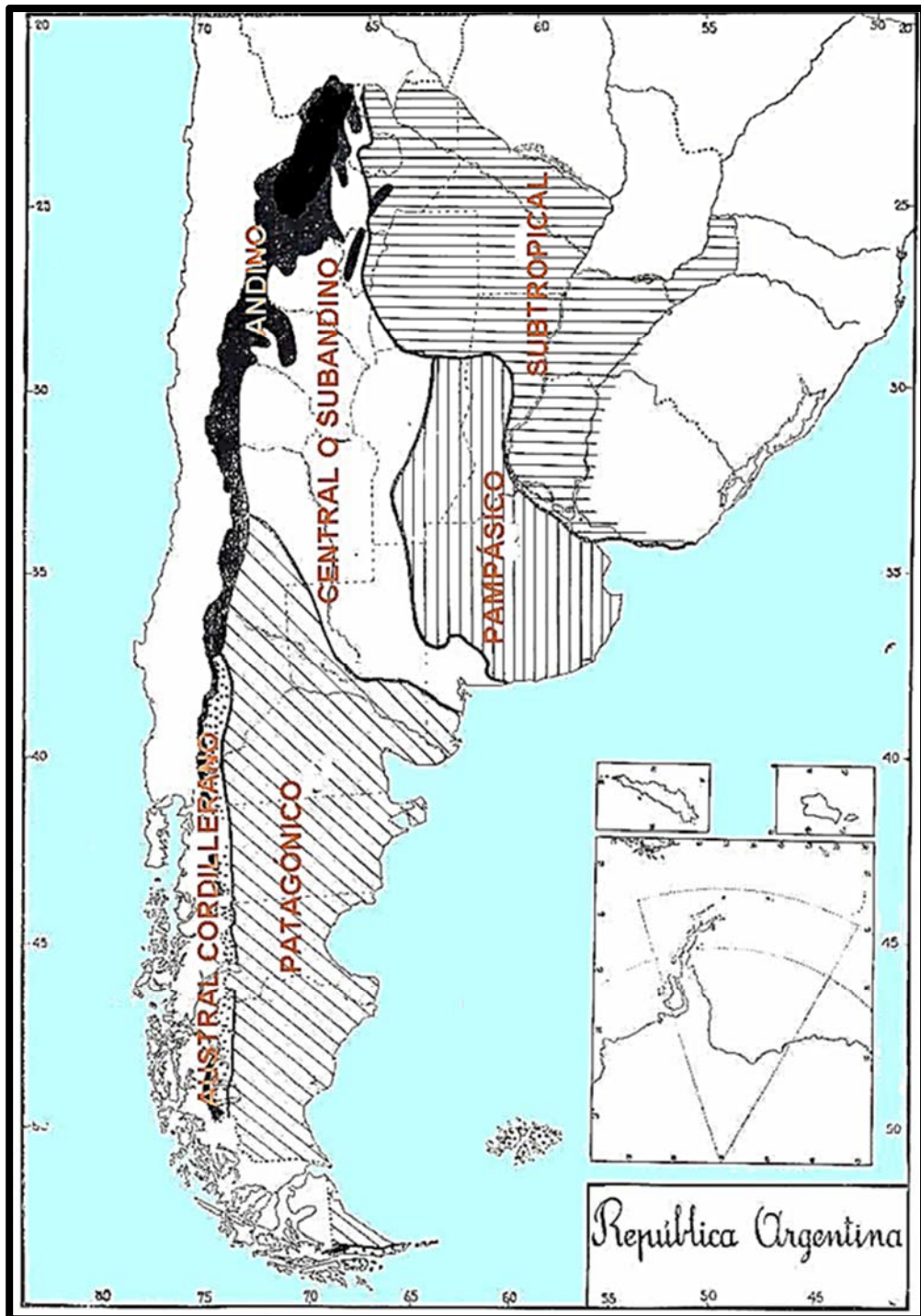
Figura 7.3



Nota. Sector de la costa de la provincia de Buenos Aires donde se destaca la llanura costera generada por la ingresión marina del MTH (según Tonni, 2017: figura 2, modificado de Violante et al., 2001: figura 1).

Los mamíferos subtropicales, que requieren condiciones más húmedas, han estado expandiéndose de norte a sur desde aproximadamente 1500-1000 años AP. Esta fecha puede considerarse el comienzo de condiciones climáticas similares a las actuales que determinaron el establecimiento del Dominio Zoogeográfico Pampásico (Figura 7.4). Sin embargo, como veremos, estas condiciones variaron durante los últimos 1000 años, generando modificaciones en los límites del mencionado Dominio. En otras palabras, el Dominio Pampásico, sin endemitas (excluyendo a Ventania por considerarse parte del Dominio Central o Subandino), presenta características ecotonaes entre los Dominios Subtropical y Patagónico (Ringuelet, 1961).

Figura 7.4



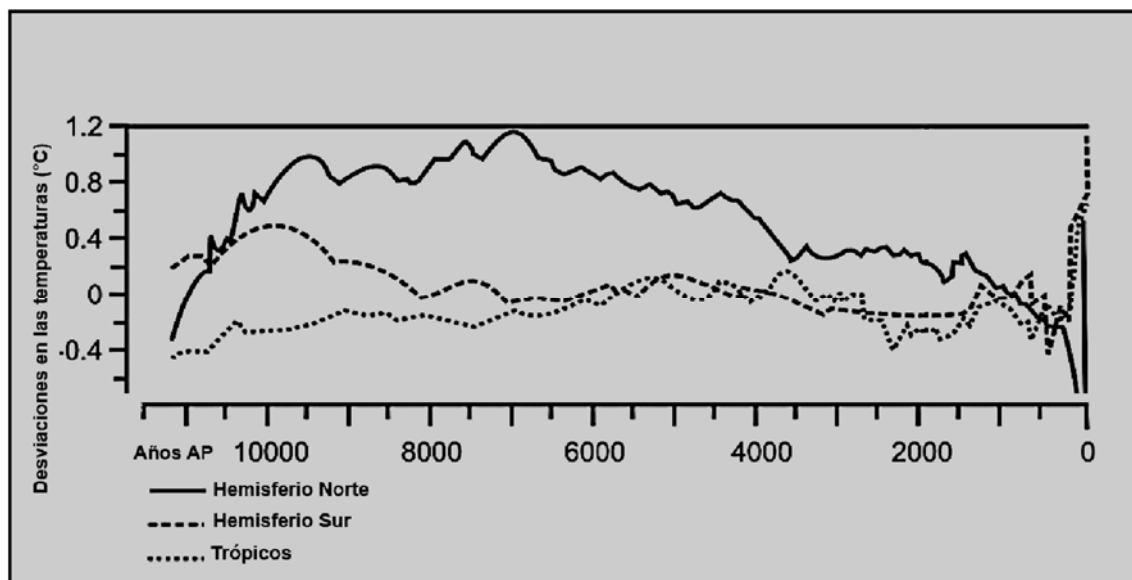
Nota. Los Dominios Zoogeográficos de la Argentina (según Ringuélet 1961: figura 2).

El cambio climático durante los últimos 1000 años

En este apartado haremos referencia a los cambios climáticos recientes que afectaron a las asociaciones faunísticas y sus distribuciones y, parcialmente, modificaron la configuración zoogeográfica tal como la conocemos en la actualidad. A estos aspectos se le debe prestar

especial atención dado que el estudio de las arqueofaunas correspondientes al lapso considerado —como también a otros donde se verifican cambios climáticos— estará condicionado por dichos cambios y sus consecuencias. Por otra parte, las antiguas poblaciones humanas también se vieron afectadas por los cambios a los que debieron responder con adaptaciones diversas.

Figura 7.5



Nota. 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 (según Tonni, 2017: figura 1; modificado de Wanner et al., 2015: figura 5a).

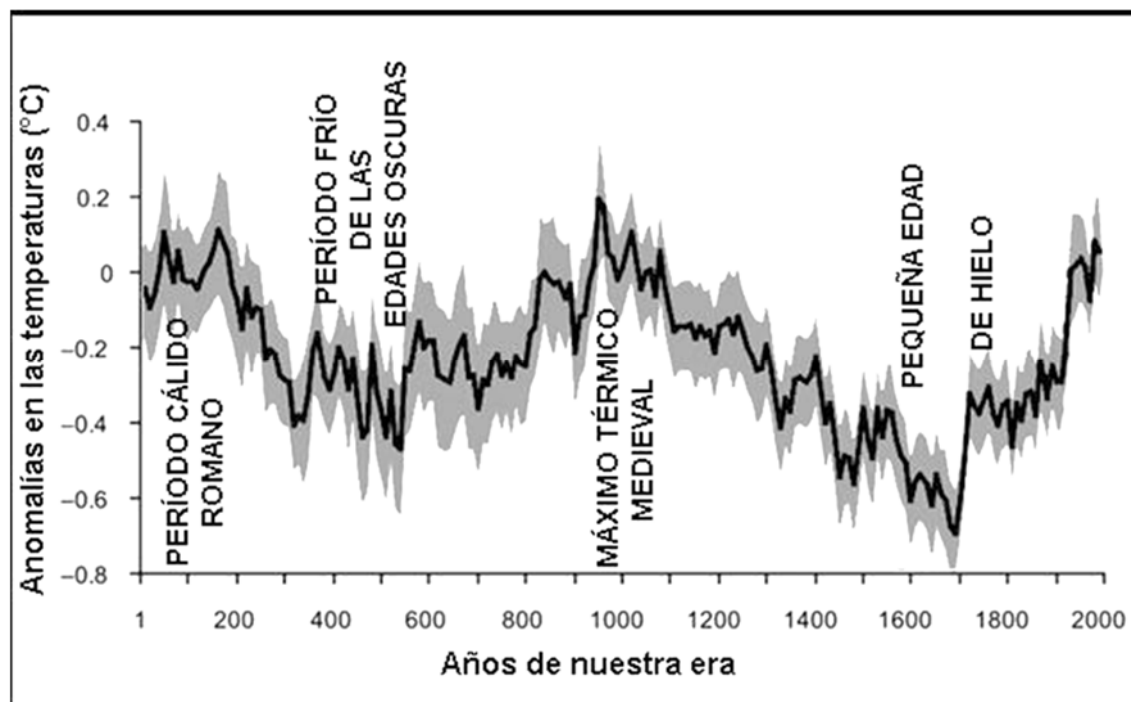
En 1965 el climatólogo inglés Hubert H. Lamb analiza un conjunto de evidencias provenientes fundamentalmente de documentos históricos e información meteorológica, señalando que

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 AD 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. (p. 13)

Para concluir: “*The medieval warm epoch and the subsequent cold centuries, the so-called ‘Little Ice Age’, are confirmed*” (p. 34). De esta manera, se introduce en la bibliografía especializada el concepto de Época Cálida Medieval (*Medieval Warm Epoch*), Periodo 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 Francois E. Matthes; sin embargo para Matthes esta expresión implicaba un lapso temporal mayor al que posteriormente se le

reconoce, ya que involucra 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 (Figuras 7.5 y 7.6; véase por ej. Ljungqvist, 2010).

Figura 7.6



Nota. 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 (según Tonni, 2017: figura 3; modificado de Ljungqvist, 2010: figura 3).

El Máximo Térmico Medieval (MTM)

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 y Tonni, 2000). Estas condiciones condujeron al desplazamiento hacia el sur de micromamíferos, incluyendo un quiróptero hematófago del género *Desmodus* y dos roedores cricétidos sigmodontinos (*Pseudoryzomys simplex* y *Bibimys cf. torresi*).

El registro del armadillo *Dasypus hybridus* en un paleosuelo datado en ca. 1000 AD (38 ° S-61 ° O), probablemente esté relacionado con este evento cálido. Abba y Vizcaíno (2011) señalan que “la asociación *Chaetophractus villosus* - *D. hybridus* caracteriza al Holoceno tardío, próximo al contacto europeo (siglo XVI) o posterior, con condiciones ambientales similares a las actuales” (Abba y Vizcaíno, 2011: p. 195). Párrafos más adelante, estos

mismos autores indican que “Es así posible que *D. 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 y Vizcaíno, 2011: p. 195; véase también Soibelzon, 2019).

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 Periodo 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 cánido; en tal sentido, durante el Holoceno se verificaron varios episodios con incrementos en las temperaturas, el último de los cuales corresponde al MTM.

La Pequeña Edad de Hielo (PEH)

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 (véase Tonni, 2017 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". Esta característica, única entre los armadillos, es típica del mataco o quirquincho bola (*Tolypeutes matacus*), un dasipódido actualmente extinto en la provincia de Buenos Aires (Abba y 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 (véase Figura 7.4); 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, 2017).

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 y Vizcaíno, 1987; Soibelzon et al., 2007), especie que

actualmente habita en el centro del territorio argentino bajo condiciones áridas a semiáridas. Carlini y 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.

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 y Vizcaíno, 2011). Durante los eventos climáticos de menor precipitación y temperatura, *Z. 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 y 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 Ruca (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 régimen hidrológico variable, 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 y 58°01'47"O).

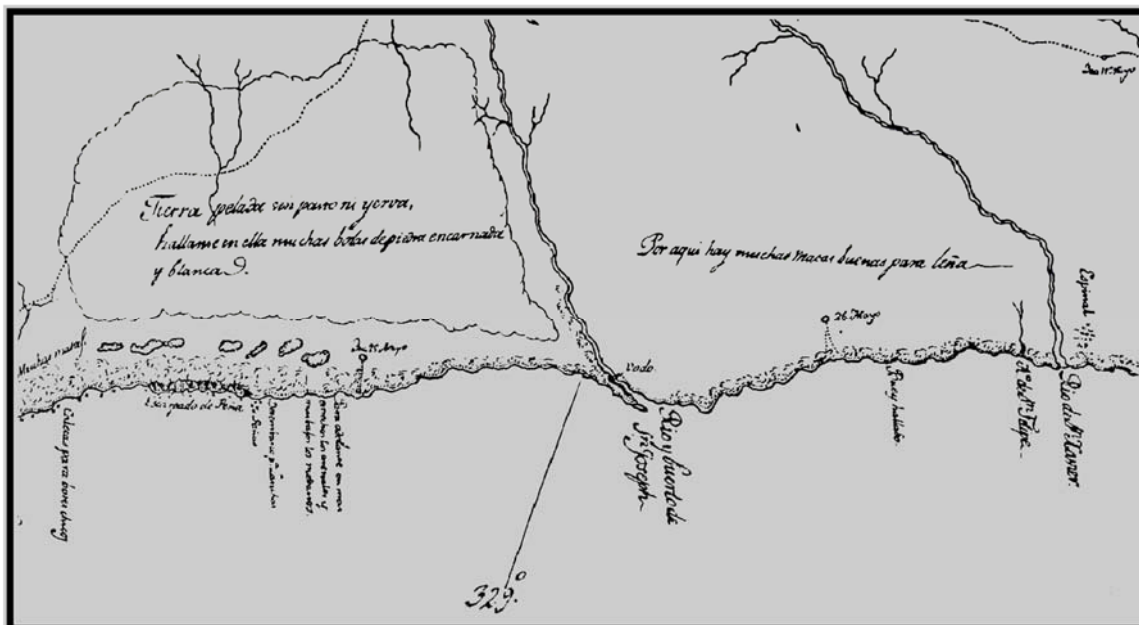
A través del análisis radiocarbónico de una tafocenosis localizada sobre la margen izquierda del río Salado (35°49'36,8"S y 58°16'O), en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Tonni et al. (2008) determinaron que la misma se originó en el lapso 1817–1828 AD. La fecha corresponde a la “Gran Seca”, uno de los eventos de sequía más importantes de la región pampeana, sobre el que se tiene registro histórico. La “Gran Seca” se desarrolló en el marco de la PEH, lapso durante el cual predominan las condiciones de aridez. Sin embargo, durante la PEH, también, se registraron en la región periodos 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 debido a la disminución en la intensidad de los vientos alisios y el consecuente incremento de la temperatura en el Pacífico ecuatorial (El Niño) alternan con años de déficit hídrico (La Niña), por causas contrarias a las mencionadas (Schnack y De Francesco, 2002).

Deschamps et al. (2003) emplearon métodos semicuantitativos, datos derivados de la climatología histórica y datos faunísticos para realizar un estudio de la evolución de las precipitaciones en Buenos Aires desde el siglo XVIII hasta el XX. 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. El incremento de las

precipitaciones de verano generó 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 aquellos 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.

En un mapa de 1748 realizado por el jesuita Joseph Cardiel (Figura 7.7), 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 PEH (véase Politis, 1984). La gran inundación de mayo-junio de 1980 que se produjo en el área, 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.

Figura 7.7



Nota. 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 yerva”) existente bajo las condiciones climáticas de la PEH (véase Tonni, 2017: figura 4).

Las extinciones en el límite Pleistoceno-Holoceno

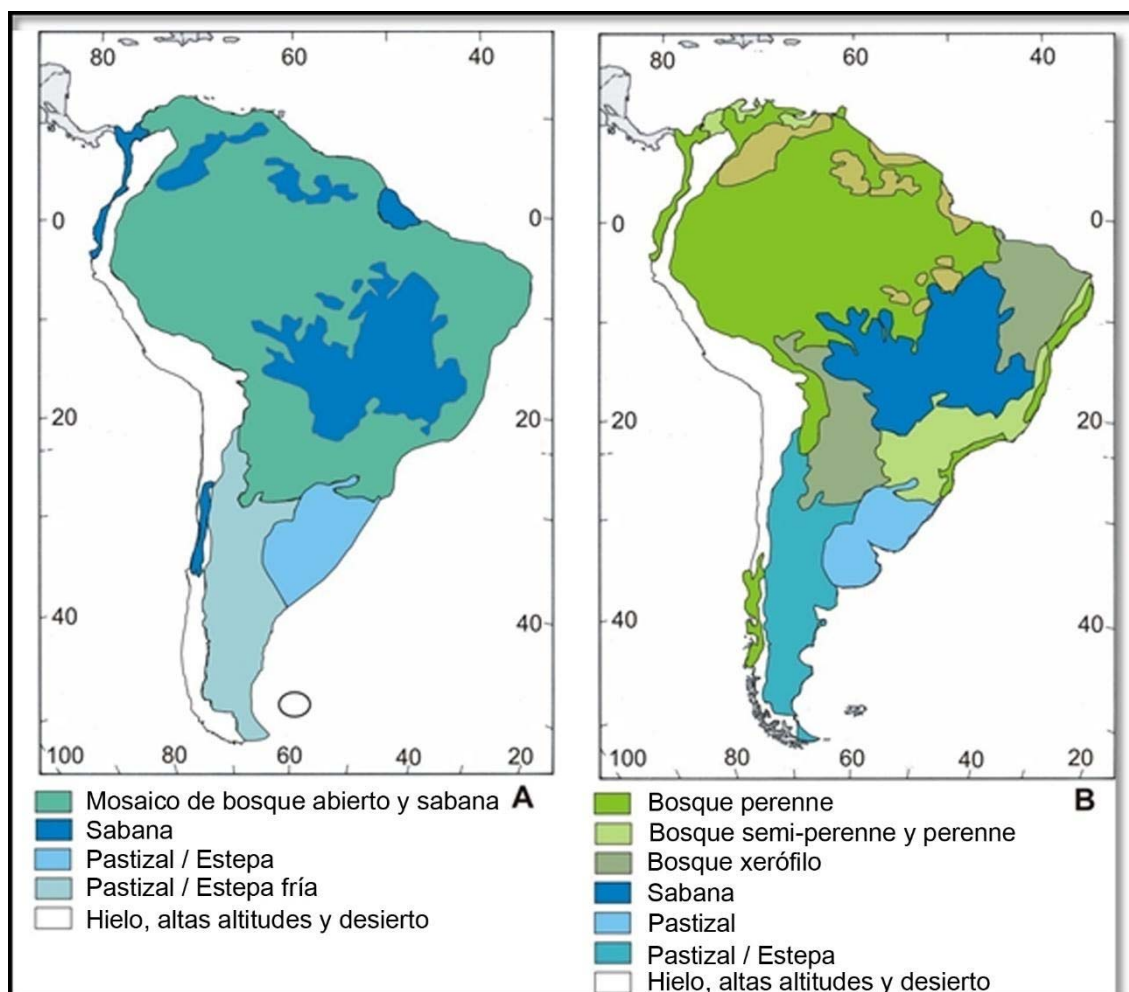
Las extinciones a lo largo del Neógeno en América del Sur, tanto a nivel específico como genérico e incluso a nivel familiar, están relacionadas principalmente con los cambios climáticos y ambientales. Estas extinciones afectaron a diferentes componentes de la biota. Sin embargo, a finales del Pleistoceno y principios del Holoceno hubo un evento de extinción de extraordinarias características, cuando el 100% de las especies de megamamíferos (especies de una tonelada o más de masa corporal), notablemente abundantes aún durante el Pleistoceno tardío, y alrededor del 80% de los grandes mamíferos (especies de más de 44 kg) se extinguieron. Con la excepción de algunos pequeños mamíferos, ningún otro animal o planta desapareció, por lo tanto, el evento de extinción fue distinto a las “extinciones en masa” (véase comentarios en Cione et al., 2009). Esta extinción se ha atribuido al cambio climático, epidemias, o acción humana, y Cione et al. (2009) propusieron una alternativa, a la que llamaron la teoría del “Zigzag roto”. Según estos autores, los megamamíferos estaban adaptados a áreas abiertas y su distribución y abundancia siguió los ciclos de expansión y reducción de las zonas de vegetación abierta, respondiendo a los cambios climáticos en el Pleistoceno medio y tardío (véase Vivo y Carmignotto, 2004). Durante los eventos fríos, los ambientes abiertos se expandieron y, en consecuencia, los megamamíferos tuvieron una distribución más amplia y mayor biomasa.

Durante los períodos cálidos, los ambientes abiertos se redujeron debido a la expansión de los bosques y consecuentemente se redujeron las poblaciones de megamamíferos (Figura 7.8). Estos cambios climáticos que afectaron a la vegetación y a las faunas, se pueden modelar como zigzags. Alrededor de veinte pares de cambios de temperatura de calor a frío y viceversa ocurrieron durante el Pleistoceno medio y tardío (Petit et al., 1999), pero no se verificaron extinciones, más allá de las de fondo, características del proceso evolutivo. A principios del interglacial actual, cuando las temperaturas subían, la humedad aumentaba y los bosques se expandían, los megamamíferos y muchos mamíferos grandes que habían sobrevivido durante cientos de miles de años se extinguieron, y el “zigzag” se rompió. La llegada de humanos en América del Sur fue el único nuevo evento biológico o geológico que ocurrió en el período interglacial actual. En consecuencia, la entrada de los humanos y su presión sobre las poblaciones de mamíferos, numéricamente reducidas, debe haber sido el factor que condujo a la extinción. La extinción diferencial de especies relacionadas (por ejemplo, entre Cervidae y Camelidae, citado por Cione et al., 2009), puede corresponder a sutiles diferencias en la plasticidad ecológica.

La extinción parece haber estado más concentrada en taxones de origen sudamericano (Cione et al., 2009, 2011). En contraste con América del Norte, las dataciones sugieren que varios megamamíferos se extinguieron en América del Sur durante el Holoceno temprano (quizás tan tarde como 7.000 AP). Los humanos entraron en América del Sur ca. 14.000-11.000 AP y el proceso de extinción duró varios miles de años (quizás hasta 6.000 años). En

consecuencia, la evidencia cronológica no apoya el modelo de *blitzkrieg* para América del Sur.

Figura 7.8



Nota. Cambios en las formaciones vegetales durante el LGM (A) y el interglacial actual (B) (modificado de Vivo y Carmignotto, 2004: figura 3).

Cione et al. (2009) estiman que en la situación particular de una dramática reducción del rango geográfico y del número de individuos en las poblaciones de megamamíferos, un número relativamente pequeño de cazadores activos con armas especializadas habría sido capaz de exterminar a muchos de ellos luego de varios miles de años de convivencia. Quizá sólo una moderada caza de hembras (solitarias o con crías), de juveniles o de crías serían necesarios para producir la extinción en pocos miles de años. Cuando las poblaciones disminuyeron hasta un umbral, ya no se convirtieron en viables. Con la desaparición de muchos mamíferos y la puesta en marcha de otras acciones como el uso del fuego, los humanos alteraron el equilibrio ecológico del continente, provocando otras extinciones en cascada. Los grandes carnívoros, como el tigre dientes de sable (*Smilodon populator*) y el oso de cara corta (*Arctotherium tarijense*), probablemente se extinguieron cuando sus presas desaparecieron.

El evento de extinción en América del Sur fue el más grande para ese momento y quizá el más joven. Este último aspecto ha sido puesto en discusión recientemente con el argumento que la degradación del colágeno -usado para las dataciones- y la posterior contaminación por ácidos fúlvicos, generaron edades más jóvenes (por ej. Politis et al., 2016; Messineo et al., 2021). En consecuencia, la supervivencia holocena de los megamamíferos en las pampas estaría en dudas.

Referencias

- Abba, A.M. y Vizcaino, S.F. (2011). Distribución de los armadillos (*Xenarthra*, *Dasypodidae*) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 18, 185-206.
- Carlini, A. y Vizcaino, 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, 53-56.
- Clapperton, C. (1993). Nature and environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 101, 189-208.
- Clark, P.U., Dyke, A.S., Shakun, J.D., Carlson, A.E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J.X., Hostetler, S.W. y Marshall McCabe, A. (2009). The Last Glacial Maximum. *Science*, 325, 710-714.
- Cione, A.L., Tonni, E.P. y Soibelzon, L.H. (2009). Did humans cause the late Pleistocene – early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas? En Haynes, G. (Ed.). *American Megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene* (pp. 125-144). Switzerland: Springer.
- Cione, A.L., Tonni, E.P. y Soibelzon, L. (2011). Mammal Extinction at the Pleistocene-Holocene Boundary in South America. *Current Research in the Pleistocene*, 28, 24-25.
- Deschamps, J.R., Otero, O. y 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.
- EPICA community members (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature*, 429, 623-628.
- Foscolos, A., (2010). Climatic changes: anthropogenic influence or naturally induced phenomenon. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43, 8-31.
- Lamb, H.H. (1965). The early Medieval Warm Epoch and its sequel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1, 13-37.
- Laprida, C. y Valero Garces, B. (2009). Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameghiniana*, 46, 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*, 92A, 339-351.
- Messineo, P.G., Favier Dubois, C.M., Politis, G. y Vitale P. (2021). Site formation process and megamammal bone radiocarbon dates in Campo Laborde (Pampas of Argentina): Contribution towards a research methodology. *Quaternary International*, 586, 53-65.
- Pardiñas, U. (1996). El registro fósil de *Bibimys* Massoia, 1979 (Rodentia). Consideraciones sobre los Scapteromyini (Cricetidae, Sigmodontinae) y su distribución durante el Plioceno-Holoceno en la región pampeana. *Mastozoología Neotropical*, 3, 15-38.
- Pardiñas, U. y 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.
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N., Barnola, J., Basile, I., Benders, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delayque, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V., Legrand, M., Lipenkov, V., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E. y Stievenard, M. (1999). Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399, 429-436.
- Politis, G. (1984). Climatic variations during historical times in Eastern Buenos Aires Pampas, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 3, 133-161.
- Politis, G., Gutiérrez, M., Rafuse, D. y Blasi, A. (2016). The Arrival of *Homo sapiens* into the Southern Cone at 14,000 Years Ago. *Plos one*, 11, e0162870.
- Ponce, J.F. y Rabassa, J. (2012). La plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años. *Ciencia Hoy*, 22, 50-56.
- Prevosti, F., Bonomo, M. y 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, 27-43.
- Rabassa, J., Coronato, A., Martínez, O., y Reato, A. (2022). Last Glacial Maximum, Late Glacial and Holocene of Patagonia. En Miotti, L., Salemme, M. y Hermo, D. (Eds.). *Archaeology of Piedra Museo Locality: An Open Window to the Early Population of Patagonia* (pp. 59-84). Switzerland: The Latin American Studies Book Series, Springer Nature.
- Ringuelet, R.A. (1961). Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, 22, 151-170.
- Schnack, E.J. y 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). La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas.
- Soibelzon, E. (2019). Using paleoclimate and the fossil record to explain past and present distributions of armadillos (*Xenarthra*, Dasypodidae). *Journal of Mammal Evolution*, 26, 61-70.

- Soibelzon, E., Daniele, G., Negrete, J., Carlini, A. y 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-Rodríguez, F. y Tonello, M. (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.
- Tonni, E.P. (2017). Cambios climáticos en la región pampeana oriental durante los últimos 1000 años. Una síntesis con énfasis en la información zoogeográfica. *Revista del Museo de La Plata*, 2, 1-11.
- Tonni, E.P., Cione, A. y Figini, A.J. (1999). Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147, 257-281.
- Tonni, E.P., Bonini, R.A., Molinari, A.E., Prevosti, F.J., Pomi, L.H., Carbonari, J.E. y 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. y 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.
- Vivo, M y Carmignotto, A.P. (2004). Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. *Journal of Biogeography*, 31, 943-957.
- Wanner, H., Mercolli, L., Grosjean, M. y Ritz, S.P. (2015). Holocene climate variability and change; a data-based review. *Journal of the Geological Society*, 172, 254-263.