

**GEOLOGÍA DEL CUATERNARIO**  
*Compilado por Rita Tófalo*

15. Q tema 13- *Holoceno (resumen)*

Principales cambios climáticos durante los últimos miles de años:

Período Bolling-Allerod : 14,500-12,900 years ago

Younger Dryas: 12,900-11,600 years ago

Óptimo climático medieval: aproximadamente 800-900

Pequeña edad de Hielo: aproximadamente 1300-1900

Calentamiento actual: desde 1861

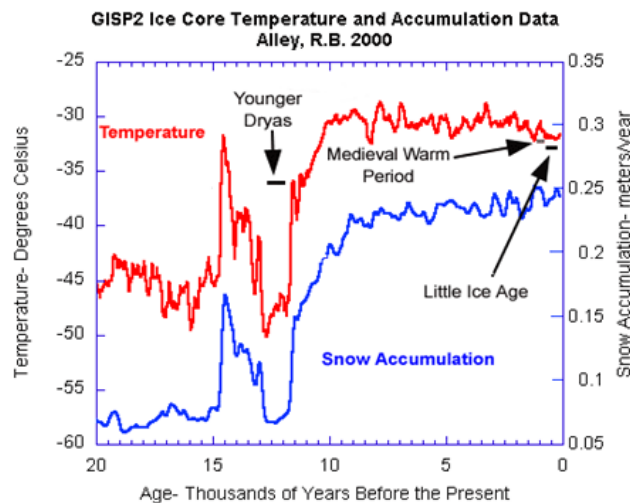
El interestadial Bolling-Allerod se desarrolló al finalizar el último período glacial, entre 14,700 y 12,700 años AP. Comienza con el final del Oldest Dryas y termina abruptamente con el Younger Dryas

En algunas localidades se ha detectado un período frío en la mitad del Bolling-Allerod por lo cual el período es dividido en:

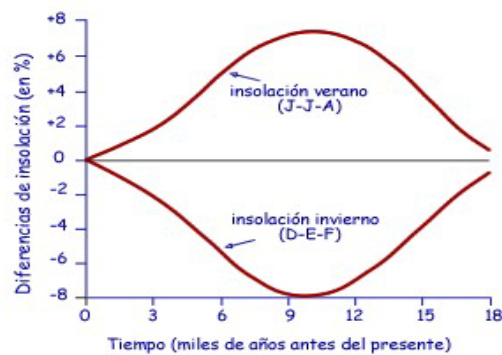
Oscilación Bolling:  $\approx$  14.500 años AP

Oscilación Allerod:  $\approx$  13.000 años AP

Luego del calentamiento del Bölling-Allerod, el clima europeo sufrió un nuevo enfriamiento significativo, el Younger Dryas. La palabra Dryas se deriva de la Dryas Octopelata, planta de pálidas flores amarillas, típica de la tundra. Desaparecieron los árboles y fueron substituidos por una vegetación muy pobre. Numerosos estudios polínicos, sedimentarios indican temperaturas muy frías durante el invierno



Al inicio del Younger Dryas, hace 12.900 años, la insolación estival en el hemisferio norte, derivada de los análisis de Milankovitch, era mayor que la actual y continuaba aumentando. Por lo tanto, no había un motivo astronómico



Variaciones de insolación con respecto al presente en el hemisferio norte durante el verano y el invierno, en los últimos 18.000 años (Kutzbach)

Según Broecker y Denton (1990) fue el resultado de cambios en la circulación termohalina de las aguas del Atlántico norte (Atlantic conveyor). Esto queda evidenciado por el tipo de microfauna fósil hallado en los sedimentos frente a las costas de Lisboa, que indica un enfriamiento de unos 10°C en la temperatura del agua

El incremento de la formación de hielo se vio favorecido por la desalinización parcial del agua marina, que se congelaba con mayor facilidad. El proceso sería más importante durante el invierno cuando la insolación en el hemisferio norte era, a diferencia de la del verano, bastante menor que la actual.

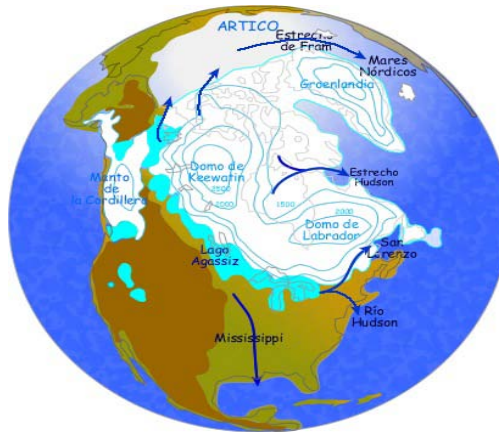


Según Broecker (1989) durante la deglaciación, en el Bølling-Allerød, la progresiva fusión de los hielos del manto Laurentino había formado en su borde meridional el lago Agassiz, de agua dulce, al oeste de la región que hoy ocupan los grandes lagos. Este lago tenía salida hacia el sur, a través del río Mississippi al Golfo de México.

Al derretirse una barrera de hielo en el borde oriental del lago, que cortaba su comunicación con el Atlántico Norte, las aguas comenzaron a desagüar en el océano a través del canal de San Lorenzo. Este aporte de agua dulce al Atlántico Norte, produjo una brusca disminución de la salinidad y de la densidad del agua superficial marina, lo que frenó el mecanismo de

hundimiento y producción de agua profunda (*North Atlantic Deep Water*). Sin embargo, no se han encontrado pruebas geológicas de esta gran inundación (Broecker, 2006).

El incremento de agua dulce podría haber sido causado por una entrada de agua dulce desde el Ártico a través del estrecho de Fram. Es posible que durante el Younger Dryas, el Ártico recibiese agua dulce de deshielo desde el sector occidental del manto de hielo norteamericano, en la región de Keewatin, y que también hubiese un aporte importante a través de la Bahía de Hudson. Este exceso de agua dulce frenaba la circulación termohalina (*MOC*) (Tarasov, 2005).



Tomado de: [homepage.mac.com/uriarte/tyounger.html](http://homepage.mac.com/uriarte/tyounger.html)

El enfriamiento del agua oceánica no se circunscribió al Atlántico Norte sino que existen indicios de que afectó también al hemisferio sur. La concentración de metano en la atmósfera se redujo en un 25 %, dato que se registra simultáneamente en los hielos de Groenlandia y en los de la Antártida.

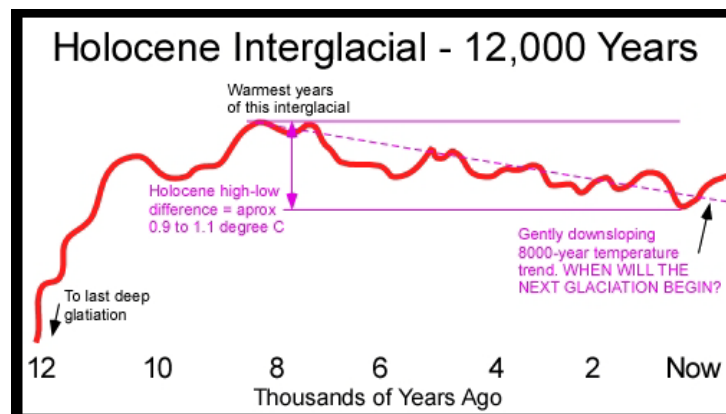
Se pensó que la disminución del metano se produjo porque el enfriamiento redujo las precipitaciones y se hizo menor la extensión de los humedales de zonas tropicales. Sin embargo, al disminuir las precipitaciones en regiones tropicales aumentaría la extensión de los humedales de baja profundidad (de menos de 1 metro), los cuales son más aptos que los lagos profundos para la producción y escape de metano a la atmósfera. Por lo tanto, la causa de la disminución de metano habría que buscarla en otra parte, probablemente en las latitudes altas, en donde el frío reduciría la actividad biológica y con ella la producción de ese gas en los ecosistemas de tundra y turberas.

### **Que sucedió durante el Younger Dryas??????**

- . Sustitución de los bosques por una tundra glacial en el norte de Europa
- . Mayor extensión de los glaciales
- . Depósitos de loess
- . Sequía al este del Mediterráneo, lo que podría haber desencadenado los comienzos de la agricultura

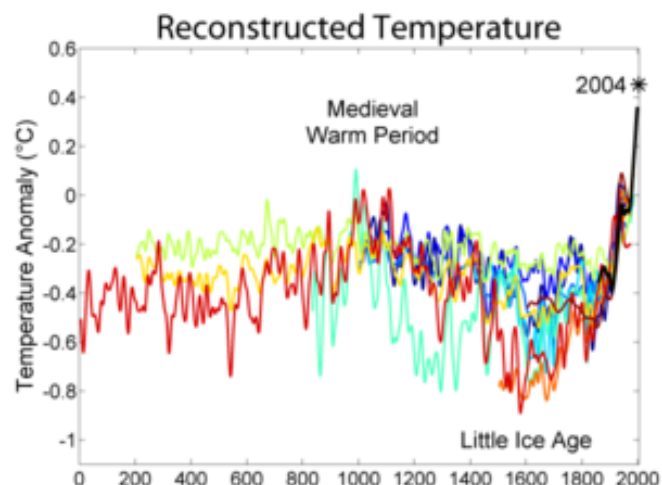
El Younger Dryas terminó muy abruptamente, hacia el año 11.500 antes del presente. En Europa, los sedimentos de algunos lagos parecen también indicar la terminación del Younger Dryas, quizás con algo del clásico diacronismo cuaternario

En general durante el Holoceno ha habido una declinación gradual de las temperaturas de verano, lo que culminó con la Pequeña Edad de Hielo, que parece haber sido una respuesta al forzamiento orbital (insolación boreal en declinación).



El Óptimo Climático Medieval fue un periodo de clima caluroso en la región del Atlántico norte, que duró desde el siglo X hasta el siglo XIV (800 y 1300 d.C). El cultivo de la uva y la producción de vino crecieron en norte de Europa y el sur de Bretaña. Los vikingos aprovecharon la desaparición del hielo en los mares para colonizar Groenlandia y parte del norte canadiense

Coincide parcialmente con el máximo en la actividad del Sol denominado Máximo Medieval (1100-1250). Sin embargo, durante el Óptimo climático habría habido períodos de calor moderado e incluso frío



Pequeña Edad de Hielo:

Abarca desde la mitad del siglo XIV a la mitad del siglo XIX. Hubo tres máximos, 1650, 1770, y 1850



Pieter Brueghel

La documentación más completa está en Europa y América del Norte. Avanzaron los glaciares de los Alpes suizos y numerosos ríos y canales se congelaron durante el invierno. Debieron cerrarse puertos debido al hielo. Las cosechas en Europa fueron menores y hubo hambrunas. Las violentas tormentas causaron inundaciones masivas y la pérdida de vidas fundamentalmente afectó a daneses, alemanes, y holandeses. En China se abandonaron cultivos como las naranjas.

Hay aparentemente dos causas de la Pequeña Edad de Hielo, actividad solar disminuida (Mínimo de Maunder) y actividad volcánica aumentada.

El calentamiento global es un fenómeno evidente, probado por observaciones directas de promedios de temperaturas atmosféricas y oceánicas, así como también por el amplio derretimiento de nieve y hielos y el aumento del nivel medio de los océanos (Barros *et al*, 2006).

En el área latinoamericana el cambio climático a lo largo de los últimos 100 años ha incluido un aumento en la temperatura superficial, particularmente en latitudes medias y altas, así como también en las precipitaciones y la intensidad de las mismas (sur de Brasil y Argentina).

Las causas del calentamiento global actual son aún tema de debate. En general se atribuye a la actividad antrópica una fuerte incidencia en el cambio climático. Sin embargo, no está descartada la influencia de forzantes puramente naturales



Es conocido que se han registrado a nivel global numerosos eventos de calentamiento de origen exclusivamente natural. Por lo tanto resulta evidente que el estudio del registro de los calentamientos pasados es de suma importancia para valorar la evolución

y estimar tiempos e impactos ambientales del calentamiento actual Tófaló et al., 2005, 2010).

El registro del  $\delta O^{18}$  sugiere que la duración de los interglaciales ha sido de alrededor de 12.000 años en promedio y si consideramos al dryas temprano como el último evento de la última glaciación, el Holoceno ha comenzado hace unos 11.500 años. Si el calentamiento global es inducido antrópicamente podría estar retrasando el final del interglacial actual (Zárate, 2006)

También podría producir mayores precipitaciones en latitudes altas del HN, que harían descender la salinidad del agua superficial del Atlántico norte y cerrar el transportador oceánico, causando un enfriamiento muy rápido (Bradley, 2000)

En América del Sur los registros de alta resolución temporal que permiten una ajustada reconstrucción de las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales, son en general para los últimos 20.000 años y en particular los últimos 14.000 años, desde el comienzo de la última deglaciación. Registros más antiguos, como terrazas marinas con depósitos de playa que sugieren niveles del mar altos que los actuales para el último interglacial (MIS 5) y otros anteriores, se han estudiado en varias localidades a lo largo del litoral de la provincia de Buenos Aires y Patagonia. Recientemente se han encontrado sucesiones continentales correlacionables temporalmente con el estadio intervalo isotópico 5 (Kemp *et al.*, 2006; Frenchel, 2009; Tófaló *et al.*, 2008, 2010). Según los últimos autores este en latitudes medias de Sudamérica habría sido más seco que el presente

Los hielos tuvieron la máxima expansión hacia el este hace aproximadamente 1 millón de años, durante la denominada Gran Glaciación Patagónica (GGP) (Mercer, 1976). Esta fue la única oportunidad en que los glaciares alcanzaron la plataforma submarina atlántica. El englazamiento ocurrió a lo largo de ejes transversales a la cordillera andina que se corresponden con cuerpos de agua lacustre originados por la sobreexcavación glacial (Rabassa y Coronato, 2002).

Durante el Máximo de la última Glaciación, hace unos 20.000 años, los Andes Patagónicos desde los 38 °S hacia el sur estaban cubiertos por una calota de hielo; al norte de esta latitud, la glaciación de tipo alpina fue discontinua

La Patagonia extraandina habría estado en condiciones de permafrost (Trombotto, 2000). Bajo este régimen térmico el suelo permanece congelado durante todo el año, descongelándose sólo el nivel superficial durante la breve estación estival. Se originan una sucesión de contracciones y dilataciones que terminan por fracturarlo, con un patrón en forma de polígonos y las fracturas son ocupadas por sedimentos de origen eólico



La región chacopampeana actuó como área depositacional de los sedimentos eólicos, tanto mantos de arena y sistemas de dunas en el oeste y sudoeste, como loess en las porciones más orientales. Estos depósitos están en gran medida vinculados a vientos generados desde los centros de alta presión que se desarrollaron sobre la región cordillerana englazada.

### **Vientos:**

Las fluctuaciones de humedad, y de la frecuencia, dirección e intensidad de los vientos se han relacionado fundamentalmente con las variaciones latitudinales y de intensidad de los centros anticiclónicos del Atlántico y del Pacífico, así como de la ubicación de la faja de vientos del oeste (westerlies) durante el Máximo de la Última Glaciación.

Heusser (1989) y Heusser et al. (1999), por registros palinológicos proponen un desplazamiento hacia el norte e intensificación de los vientos del oeste, debido a una expansión de la cubierta de hielo antártica

Markgraf (2001), también por polen, indica que durante el máximo de la última glaciación, las trayectorias de tormentas (stormtracks) estaban con centro entre 41° y 43°S, mientras que las irrupciones de aire antártico (outbreaks), llegaban con más frecuencia a latitudes bajas

Para el Holoceno medio Grimm et al. (2001), señalan en general aridez y aumento de temperatura para América del Sur, entre 7800 años AP y 4300 años AP. Regionalmente hay diacronismo

El desplazamiento latitudinal actual de la faja de vientos del oeste se produciría sólo después de los 5.000 años A.P.

Desde los 5100 años AP se habría caracterizado por un cambio frecuente en las condiciones climáticas debido a la influencia de los vientos del oeste (Lamy et al., 1999) y habrían comenzado las condiciones tipo El Niño (Veit, 1998)

Las mayores tasas de sedimentación se habrían dado durante la deglaciación, bajo condiciones más frías que las actuales, hacia los 10000 años AP hay un decrecimiento de las mismas y comenzaría el predominio de la pedogénesis (Muhs y Zárate, 2001)

### **Materiales parentales:**

La procedencia de los materiales parentales no es simplemente la región patagónica, como se creyó anteriormente, sino que es mucho más compleja.

El sistema Salado-Desaguadero-Curacó sería área de procedencia en latitudes medias (Iriondo, 1990), pues habría sido erodado por vientos del SSO durante etapas glaciales del Pleistoceno

En el sur de la pampa bonaerense, se habrían transportado por mecanismos fluviales y depositados en las planicies de los ríos Negro y Colorado, desde donde fueron deflacionadas (Blasi y Zárate, 1993)

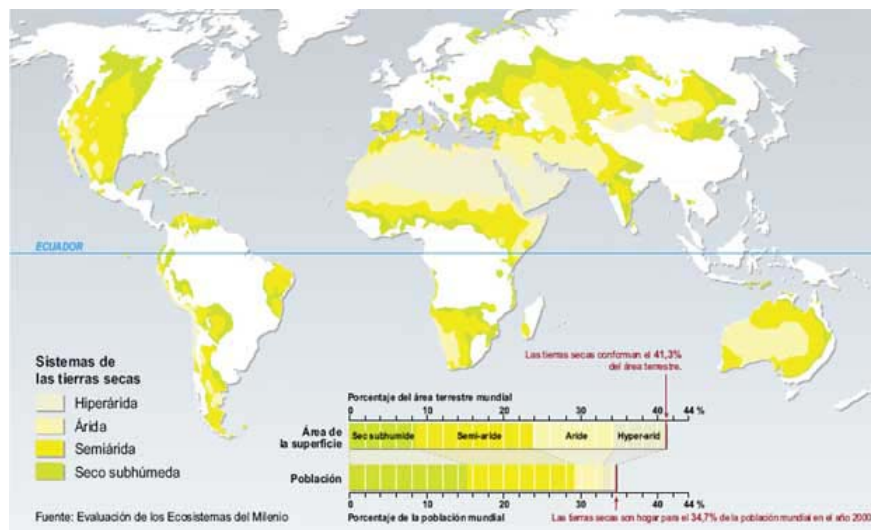
Morrás (1999), indica que el loess derivado de los Andes explica el origen de los materiales parentales del sur de la región pampeana, pero en la zona de los bajos submeridionales y el Chaco hay procedencia de los Andes, las Sierras Pampeanas y la cuenca del río Paraná

Etchichury y Tófaló (2004), estudiando material procedente de horizonte C de suelos y sedimentos eólicos y fluviales actuales de la cuenca Chacoparanense, proponen distintas áreas de procedencia, vinculadas a la región andina, sierras de la provincia de Bs. As., Sierras Pampeanas, áreas cratónicas brasileñas y los depósitos sedimentarios generados a partir de las mismas

Los análisis isotópicos de muestras de loess y suelos de Patagonia, Pampa y Tierra del Fuego exhiben una notable semejanza con los de las partículas de polvo de los testigos de hielo de Antártida. Esto ha llevado a inferir que los polvos antárticos proceden del sur de Sudamérica, en particular se ha propuesto la región patagónica como área de procedencia (Basile et al., 1997).

### **Desertificación:**

Consiste en una degradación persistente de los ecosistemas de las tierras áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas, producida por las variaciones climáticas y la actividad del hombre, tales como el cultivo y el pastoreo excesivo, la deforestación y la falta de riego. La desertificación no se refiere a la expansión de los desiertos existentes.



Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la desertificación amenaza a la cuarta parte del planeta, afecta directamente a más de 250 millones de personas y pone en peligro los medios de vida de más de 1 000 millones de habitantes de más de 100 países al reducir la productividad de las tierras destinadas a la agricultura y la ganadería. Estas personas incluyen muchas de los países más pobres, los más marginados y los ciudadanos políticamente más débiles.

### **Erosión, degradación y contaminación de suelos:**

**A partir de la década del 70 y debido a las demandas crecientes de alimentos y a conseguir mejores precios, se aplicó mayor presión sobre las tierras agrícolas y aún en las tierras marginales.** Estas últimas se utilizaron descuidadamente generando **“áreas de conflicto” respecto de la verdadera aptitud y uso de la tierra tradicional.** Se logró un **incremento en la producción a través de** la aplicación de tecnología con insumos como por ejemplo **fertilizantes, fumigación y maquinaria pesada.** El

mensaje de los agrónomos y científicos siempre fue el de armonizar una producción rentable con la preservación de los recursos, pero **el interés de corto plazo fue difícil de superar con** la consecuencia de un lento pero implacable **deterioro del suelo**. De alguna manera, **la aparente eterna riqueza de los recursos naturales de la Pampa Húmeda junto con** la utilización de nuevas variedades genéticas, fertilización y riego **enmascararon la disminución de la capacidad productiva del suelo** por un período relativamente prolongado. (modificado de J.J. Ibáñez, 2008)

Debido al hombre que transformó los ecosistemas naturales en agrosistemas una de las consecuencias más discutidas es la influencia de la pérdida de MO de los suelos debida al calentamiento global, a través del efecto invernadero producido por el CO<sub>2</sub> liberado.

El conocimiento científico sobre el balance total del C es sumamente escaso. Se considera que la pérdida de MO luego de la deforestación, es causa tanto de fuente de CO<sub>2</sub> a la atmósfera como de pérdida de capacidad agronómica de las tierras

La MO es un factor fundamental en la agregación y estabilidad estructural, lo que influye en la infiltración y dinámica del agua; en las zonas tropicales deforestadas es entonces común la erosión hídrica. En las zonas áridas, que son ecosistemas frágiles debido a la reducida actividad biológica y por ende bajo contenido de MO, los suelos están sometidos tanto a erosión hídrica como eólica. En Argentina la degradación y erosión de suelos es un grave problema que afecta al menos al 40% de su superficie .

En la mitad este del país, particularmente en la Mesopotamia predomina la erosión hídrica. En las zonas áridas y semiáridas del oeste, desde el NO hasta la Patagonia, los suelos están sometidos a erosión eólica.

Las causas principales son el desmonte y el uso del fuego, el sobrepastoreo y labranzas inadecuadas, en todas el común denominador es la eliminación de la cobertura vegetal y la disminución de la MOS.

Desde el inicio de la agricultura extensiva en la región pampeana la MOS ha disminuido a la mitad, influyendo en su degradación física, en la disminución de la fertilidad y en el mayor riesgo de la producción agrícola. El sistema de agricultura continua, sin rotación con ganadería, acentúa el problema.