

**Anexo III**



FACULTAD DE CIENCIAS

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**CAMBIOS AMBIENTALES EN EL CUATERNARIO: EL DRYAS  
RECIENTE (YOUNGER DRYAS) Y SUS CONSECUENCIAS.**

Autor: Francisco Lastres Gómez  
Tutor/es: José F. García-Hidalgo Pallarés

2020

## **RESUMEN**

Se considera cambio ambiental a una variación en alguna de las características de un factor del medio ambiente, ya sea un factor atmosférico, edáfico o hidrológico. Actualmente, con las actividades antrópicas llevadas a cabo, se están produciendo una serie de cambios a nivel global de gran relevancia, pero, también miles de años atrás se produjeron cambios que han desembocado en considerables hechos. Este Trabajo de Fin de Grado se centra en los cambios ambientales que tuvieron lugar durante el Dryas Reciente, un breve episodio de unos 1300 años de duración en el que las temperaturas descendieron bruscamente, lo que desencadenó a su vez una serie de consecuencias en varios factores como: las precipitaciones, el nivel del mar, la vegetación y la fauna.

## **ABSTRACT**

Environmental change is considered to be a variation in any of the characteristics of an environmental factor, this factors can be atmospheric, soil or hydrological. Currently, with the anthropic activities carried out, a series of changes are taking place at a global level of great relevance, but also, thousands years ago, changes occurred and produced considerable events. This thesis focuses on the environmental changes that took place during the Younger Dryas, a brief episode of about 1300 years, in which temperatures fell sharply, which in turn triggered a series of consequences in several factors such as: rainfall, sea level, vegetation and fauna.

### **PALABRAS CLAVE:**

“Cuaternario”, “Dryas Reciente”, “temperatura”, “precipitaciones”, “nivel del mar”, “vegetación”, “fauna”.

### **KEY WORDS:**

“Quaternary”, “Younger Dryas”, “temperature”, “rainfall”, “sea level”, “vegetation”, “fauna”

## 1. INTRODUCCIÓN

El Cuaternario es un periodo de la Era cenozoica que se caracteriza por una marcada alternancia de períodos glaciares e interglaciares (Bardají y Zazo, 2009).

Se divide en dos Épocas: Pleistoceno y Holoceno (Fig. 1). El Pleistoceno comenzó hace 2,58 millones de años (Ma) y se subdivide, a su vez, en cuatro pisos (Gelasiense, Calabriense, Chibaniense y otro sin denominación formal, denominado como "superior"; de más antiguo a más moderno). El Holoceno comenzó hace 0,011 Ma y se subdivide, a su vez, en tres pisos (Groenlandiense, Norgipiense, Megalayense; de más antiguo a más moderno) (Fig. 1).

Cenozoic	Quaternary	Holocene	U/L	Meghalayan	▶
			M	Northgrippian	▶
			L/E	Greenlandian	▶
	Pleistocene	Upper	U/L	Chibanian	▶
			M	Calabrian	▶
			L/E	Gelasian	▶
	Neogene	Pliocene		Piacenzian	▶
				Zanclean	▶
		Miocene		Messinian	▶
				Tortonian	▶
				Serravallian	▶
				Langhian	▶
				Burdigalian	▶
				Aquitanian	▶
Oligocene		Chattian	▶		
		Rupelian	▶		

Figura 1. Sección de la tabla cronoestratigráfica en la que se observa las divisiones del Cuaternario. (Cohen *et al.*, 2013, actualizada)

Durante el Cuaternario, además de los grandes periodos glaciares e interglaciares que se alternaron en el tiempo, se reconoce la existencia de eventos menores, los cuales marcaron diversos factores ambientales a través de una serie de variaciones en éstos.

Uno de esos eventos fue el Dryas Reciente, una incursión fría que tuvo lugar al final del Pleistoceno (Fig. 2). Se definió con el nombre de "Dryas" debido a la gran cantidad de polen, fechado en dicho episodio, de *Dryas octopetala* (Fig. 3), una especie vegetal ártico-alpina (Pérez-Folgado, 2014).

Se han encontrado diversas evidencias de este episodio gracias a testigos de hielo, porcentaje de polen en sedimentos, estudios de corales, isótopos de oxígeno y carbono, espeleotemas, etc. La mayor incidencia de este cambio tan abrupto se encuentra en el Atlántico Norte, mientras que, según nos acercamos a los trópicos el enfriamiento era menor. Se han propuesto diferentes teorías sobre su origen: un meteorito que impactó en Norteamérica y tuvo determinadas

consecuencias sobre varios factores ambientales; un patrón a seguir al final de cada ciclo interglacial; entrada de agua dulce en el Atlántico Norte (Pérez-Folgado, 2014).

Según Pérez-Folgado (2014): “Los científicos apuntan a que fue el resultado de una disminución en la intensidad de la circulación termohalina del Atlántico Norte, clave en la transmisión de calor entre el océano y la atmósfera, y por tanto reguladora del clima”.

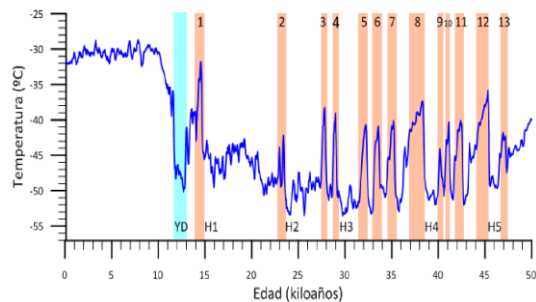


Figura 2. Gráfico que muestra la evolución de la temperatura en los últimos 50000 años. Se observa el Dryas Reciente (franja azul). Cada número corresponde con un ciclo interglacial, mientras que cada letra H y número hace referencia a un ciclo glacial. Pérez-Folgado, 2014.



Figura 3. *Dryas octopetala*. Pérez-Folgado, 2014.

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en los cambios producidos en diversos factores ambientales durante el Dryas Reciente, comparando, a su vez, dichos factores antes (Bölling-Allerød) y después de este episodio (primera edad del Holoceno). Puesto que el espacio es limitado, los factores que se van a considerar son: temperatura, precipitaciones, nivel del mar, vegetación y fauna.

La temperatura, durante el Dryas Reciente, sufrió un descenso considerable en todos los lugares del planeta, es uno de los principales cambios observados. En general, en el hemisferio norte estas bajadas son más notables en comparación con las del hemisferio sur (Renssen *et al.*, 2018).

Respecto a las precipitaciones, gracias a una serie de métodos, algunos de ellos para obtener registros de humedad, otros para obtener información sobre el tamaño de grano de sedimentos etc. (Meyer *et al.*, 2013), nos dan a entender que las precipitaciones son poco abundantes durante este episodio.

El nivel del mar es otro factor que se ve afectado, sufre una serie de cambios eustáticos, dominado por una bajada durante el Dryas Reciente (Abdul *et al.*, 2016). La vegetación herbácea predomina el paisaje, mientras que la vegetación arbórea sufre una decadencia, la cual va remontando una vez finaliza el Dryas Reciente y el clima va siendo más cálido y húmedo (Chen *et al.*, 2020).

Finalmente, algunas especies animales desaparecen durante la última edad del Pleistoceno, mientras que otras especies se adaptan a las condiciones del medio y sobreviven.

## **2. MÉTODOS**

### **2.1 DISEÑO**

En este Trabajo de Fin de Grado se ha realizado una revisión bibliográfica sobre los cambios que tuvieron lugar, durante el Dryas Reciente y tras éste, a comienzos del Holoceno, en diversos factores ambientales (temperatura, precipitaciones, nivel del mar, vegetación y fauna).

### **2.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

Para realizar la revisión bibliográfica se ha procedido a la búsqueda de una variedad de artículos, a través de determinadas bases de datos (Web of Science, Scopus, Dialnet), a las cuales se puede tener acceso mediante la biblioteca virtual de la Universidad de Alcalá. Además de dichas bases de datos, también ha sido de gran ayuda el buscador “Google Académico”.

Para realizar dicha búsqueda tanto en la base de datos, como en el buscador “Google Académico” se ha hecho uso de numerosas palabras clave en dos idiomas: español e inglés. Estas palabras se pueden observar en la Tabla 1:

<b>PALABRAS CLAVE</b>	
<b>Español</b>	<b>Inglés</b>
- Dryas Reciente	- Younger Dryas
- Cuaternario	- Quaternary
- Pleistoceno	- Pleistocene
- Holoceno	- Holocene
- Temperatura	- Temperature
- Precipitaciones	- Rainfall
- Humedad	- Moisture
- Nivel del mar	- Sea level
- Eustatismo	- Eustatism
- Vegetación	- Vegetation
- Polen	- Pollen
- Fauna	- Fauna
- Arqueozoología	- Archaeozoology
- Tafonomía	- Taphonomy

Tabla 1. Palabras clave usadas en la búsqueda bibliográfica, tanto en español como en inglés.

### 2.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Una vez realizada la búsqueda con las palabras clave escogidas de la Tabla 1, usando alguna de las bases de datos especificadas o el buscador “Google Académico”, se obtienen una serie de artículos que contienen dichas palabras. Si el resumen del artículo no es relevante con el tema que se está tratando, o no aporta la suficiente información para el Trabajo de Fin de Grado, es un artículo que no interesa, y, como consecuencia, se descarta. Lo excluimos directamente. Si, por el contrario; el resumen del artículo aporta una visión clara sobre el tema a tratar, es decir, nos da a entender que el artículo arroja información que puede ser relevante, entonces lo incluimos.

Teniendo en cuenta los criterios ya comentados, de los 42 artículos que se han revisado, se han considerado 31 artículos como relevantes para realizar este Trabajo de Fin de Grado. Son trabajos casi exclusivamente de los últimos 20

años, para una máxima actualización. Por su interés general o nacional se han tenido en cuenta 3 trabajos anteriores al año 2000; asimismo, solo se han considerado 8 trabajos anteriores al año 2010.

## **2.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS**

En los artículos seleccionados hay información que se ha considerado relevante para el tema a tratar. Se ha obtenido información a partir de diversas figuras y texto de dicha bibliografía. Se ha ido incluyendo esta información en el apartado de resultados, donde, a su vez, se realiza una discusión de éstos. Al mismo tiempo, se aportan varias de las figuras que pueden ser de ayuda para entender mejor lo que se está discutiendo, y dar una visión más amplia sobre el tema discutido.

## **3. RESULTADOS**

En este apartado, se exponen los resultados obtenidos sobre diversos factores ambientales, los cuales sufrieron variaciones durante el Dryas Reciente. Concretamente, se van a considerar las variaciones de temperatura, precipitaciones y el nivel del mar. Se realiza una descripción de los cambios durante dicho episodio y tras éste, en las primeras etapas del Holoceno.

### **3.1 TEMPERATURA**

La temperatura es uno de los factores ambientales más importantes en el clima, ya que, los cambios de temperatura influyen de manera importante sobre otros factores, como la precipitación y el nivel del mar que, en conjunto producen cambios, por ejemplo, sobre los seres vivos (fauna y vegetación). En el frío episodio acontecido al final del Pleistoceno, el Dryas Reciente, las temperaturas se vieron reducidas de forma considerable en todo el planeta, en algunos lugares más que en otros, pero una reducción, al fin y al cabo.

#### **3.1.1 TEMPERATURA DURANTE EL DRYAS RECIENTE**

Durante el Dryas Reciente las temperaturas descendieron considerablemente en todo el planeta, aunque lo hicieron de forma distinta en ambos hemisferios. Fue más notable en el hemisferio norte, afectando mucho más a las regiones cercanas al Atlántico Norte, tanto zonas costeras colindantes con éste, como

zonas continentales próxima. El Ártico fue la zona en la que más descendió la temperatura. Se movía en un rango de  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en esas zonas más al Norte, y en un rango de  $-0,5^{\circ}\text{C}$  y  $1^{\circ}\text{C}$  en las zonas más alejadas del hemisferio norte. Es decir, a medida que nos alejamos del Atlántico Norte hacia el ecuador podemos ver un aumento gradual de la temperatura, como se puede observar en la Figura 4 (Renssen *et al.*, 2018).

Algunas zonas cercanas al Ecuador, como la Región del Sahel, sufren también un descenso de temperaturas, lo que se debe a una reducción de las fuerzas de radiación. Algunos lugares del Este de Norteamérica no sufren un enfriamiento tan notable como otras regiones del Atlántico Norte, aun siendo una zona bajo la influencia de éste. Esto es debido a un cambio que tuvo lugar en la circulación atmosférica, lo que produjo un flujo anómalo de presión positiva en dicha localización y un flujo anómalo negativo sobre Norteamérica Occidental. Como resultado se dio lugar a un flujo hacia el sur, trayendo un aire húmedo desde el Golfo de México hacia el Norte, este el motivo por el que no hay una reducción tan notable de temperaturas en dicha zona (Renssen *et al.*, 2018).

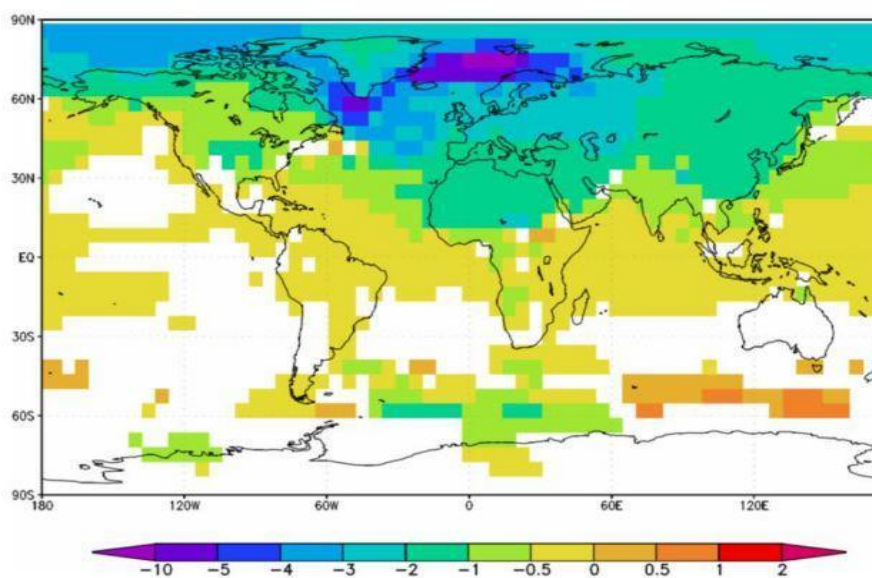


Figura 4. Temperaturas en el planeta durante el Dryas reciente (Renssen *et al.*, 2018).

La vegetación es un buen indicador a la hora de determinar la temperatura de períodos anteriores, se han obtenido registros que afirman que, a medida que avanza el Dryas Reciente las temperaturas medias en verano llegaban a los  $11,5^{\circ}\text{C}$  y  $13^{\circ}\text{C}$  en zonas de Europa como Países Bajos y las Islas Británicas, y en zonas del Nordeste de Alemania se alcanzaban temperaturas entre  $14^{\circ}\text{C}$  y



14,8°C (Van Asch *et al.*, 2012). El enfriamiento sobre el Atlántico Norte y Europa en general fue de entre 2°C y 4°C. A su vez, las concentraciones de óxido nítrico y metano se vieron reducidas, aumentando la concentración de polvo mineral, razón por la cual dicho enfriamiento no fue mayor (Renssen *et al.*, 2018).

Con respecto a la Península Ibérica los inviernos eran fríos y secos, y los veranos eran frescos y húmedos. A partir de los rangos de temperatura en la cueva de La Garma (al Norte de la Península Ibérica) (Fig. 5). Se observa una disminución de las temperaturas medias anuales (TMA) durante el Dryas Reciente, ya que, como se ha mencionado, las temperaturas sufrieron una bajada notable (Baldini *et al.*, 2019).

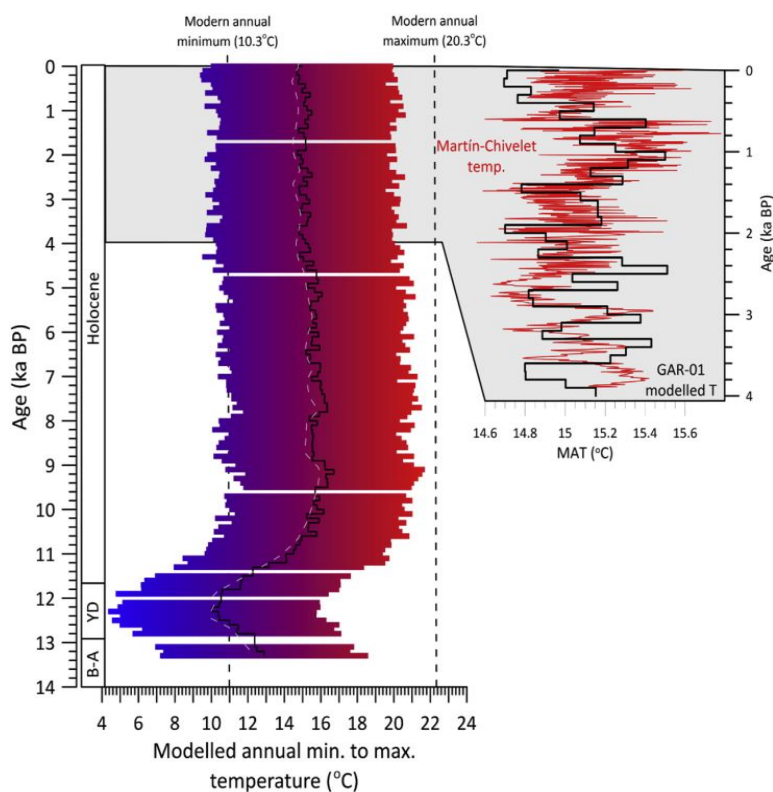


Figura 5. Temperatura Media Anual en la cueva de La Garma (Cantabria), España. se puede observar que en la parte superior de la figura encontramos la temperatura mínima y la máxima actual. La línea central de color negro representa la Temperatura Media Anual, desde el final del Bölling-Allerod hasta hoy en día, pasando por el Dryas Reciente Baldini *et al.*, 2019.

Es importante destacar el debilitamiento que tuvo lugar en las Corrientes del Atlántico Meridional, el cual se produce debido a un aumento de temperaturas y al deshielo (Lippold *et al.*, 2019). Este debilitamiento causó un enfriamiento en el Atlántico Norte, provocando una reducción de la humedad por masas de aire hacia los continentes. En definitiva, este debilitamiento causó cambios en la circulación atmosférica (Renssen *et al.*, 2018).

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es una región del planeta en la que los vientos alisios del hemisferio norte convergen con los vientos procedentes del hemisferio sur, lo cual estabiliza las temperaturas. La ZCIT en el mes de julio (verano del hemisferio norte) se localiza en torno a los 30°N de latitud, excepto algunas latitudes que son cercanas al Ecuador. Sin embargo, en enero (invierno del hemisferio norte) se localiza totalmente en torno al Ecuador (Fig. 6). Esta zona se desplazó más hacia el sur durante el Dryas Reciente, haciendo que en el norte las temperaturas fueran más frías, debido a que las masas de aire cálido que se dirigen hacia el Norte, provenientes de la ZCIT, no llegan con la misma temperatura con la que lo harían si dicha zona estuviera en su posición original. Esto provoca que en el hemisferio norte las temperaturas son menores que en el hemisferio sur, éstas van disminuyendo gradualmente a medida que nos acercamos al Ártico (Renssen *et al.*, 2018).

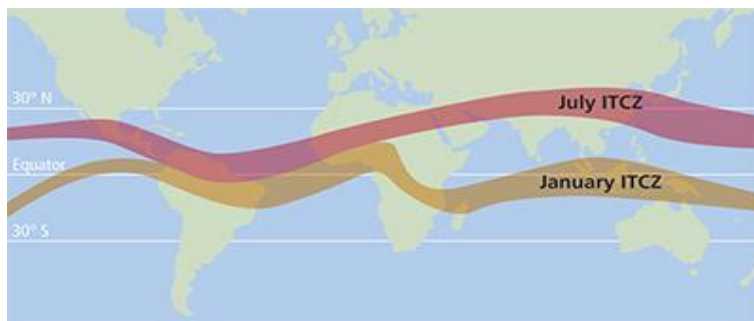


Figura 6. Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). *Ocean Navigator*.

### 3.1.2 TEMPERATURA TRAS EL DRYAS RECIENTE

Tras el Dryas Reciente las temperaturas comenzaron a ascender, aunque en lugares del Ártico, para ser exactos, próximos a Groenlandia, este ascenso no fue tan rápido, debido al agua del deshielo que estaba teniendo lugar. El agua de fusión interactuaba con el agua del Ártico y, como consecuencia, la temperatura aumentaba de una forma más lenta en comparación con otros lugares del hemisferio norte, aun así, se tiene constancia de un aumento en Groenlandia de unos 7°C en menos de 15 años (Taylor *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 2014; Vincent y Cwynar, 2016). Al igual que pasó en lugares del Ártico, la temperatura se vio influida no sólo por el deshielo de diversos glaciares, sino también por factores como la vegetación y las corrientes marinas (Vincent y Cwynar, 2016).

Tras el Dryas Reciente existe una transición hacia las primeras etapas del Holoceno, es la llamada “Fase de recuperación”, en la que las temperaturas sufrieron nuevos cambios. En la Figura 7 se observa que la recuperación de la temperatura conlleva más tiempo en zonas más al Norte que en aquellas más cercanas al ecuador o en el hemisferio sur, sin embargo, podemos distinguir que el Sudeste de Norteamérica tarda menos tiempo en recuperarse, es decir, en aumentar las temperaturas. Esto puede parecer extraño siendo una zona del hemisferio norte que se encuentra bajo la influencia del Atlántico Norte, pero si observamos detenidamente la Figura 4, se puede ver que esta zona no sufre una reducción de temperaturas tan notable como sí la sufren otras zonas del hemisferio norte (Renssen *et al.*, 2018).

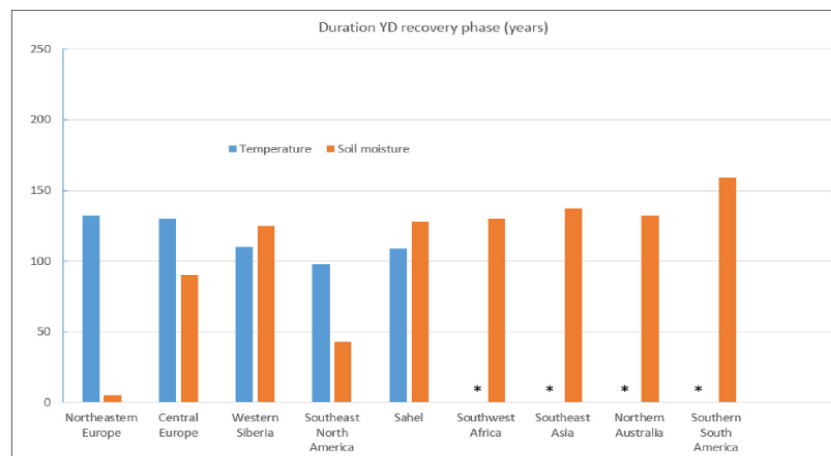


Figura 7. Fase de recuperación de temperaturas y precipitaciones tras el Dryas Reciente. Esta recuperación se mide en años (Renssen *et al.*, 2018).

Por último, mediante el análisis de las estalagmitas de la cueva se ha obtenido una serie de registros sobre temperaturas y precipitaciones de la última etapa del Pleistoceno y principios del Holoceno. Al finalizar el Dryas Reciente, se observa un aumento de las temperaturas, hasta estabilizarse en los primeros estadios del Holoceno, con algunas variaciones leves. La TMA se encuentra entre los 14°C y 16°C aproximadamente. (Baldini *et al.*, 2019).

### 3.2 PRECIPITACIONES

#### 3.2.1 PRECIPITACIONES DURANTE EL DRYAS RECIENTE

Uno de los factores ambientales que se vio afectado durante este evento fue el de las precipitaciones. Toda la zona del Atlántico Norte hasta llegar al Ecuador

sufrió variaciones. El clima de zonas tropicales cambió a un clima más seco, esto se debe al desplazamiento, ya comentado anteriormente, de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el sur, que a su vez se produjo como consecuencia de los vientos alisios provenientes del Noreste, lo que supuso un mecanismo de balance entre hemisferio norte y hemisferio sur (Martínez y Rincón, 2004). Uno de los lugares que sufrió estos cambios en las precipitaciones debido a dichos vientos fue el Noroeste de África (Meyer *et al.*, 2013).

Se han realizado estudios geoquímicos con sedimentos marinos para poder interpretar los cambios debidos a meteorización física y química, además de estudios mineralógicos e isotópicos para observar dichos cambios. Como se observa en la gráfica de la Figura 8 el tamaño de grano es mayor en el Dryas Reciente en comparación con las demás fases (la velocidad del viento es mayor) y se reduce tras este episodio. Por tanto, se puede afirmar que las condiciones durante el Dryas Reciente eran secas (Meyer *et al.*, 2013).

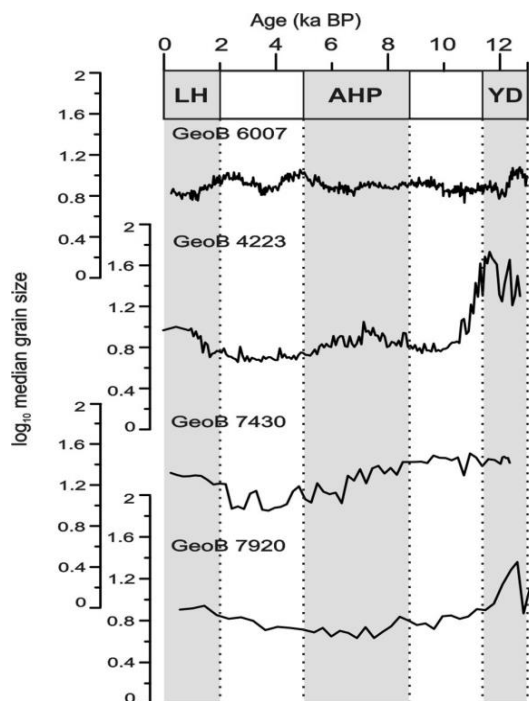


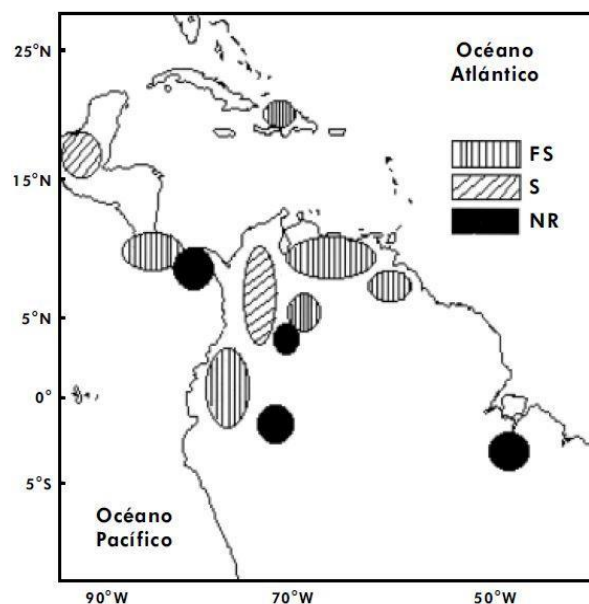
Figura 8. Tamaño de grano en el NO de África durante la última fase del Holoceno (Late Holocene-LH), Período Húmedo Africano (African Humid Period-AHP) y el Dryas Reciente (Younger Dryas-YD). Meyer *et al.*, 2013.

Al igual que en el Noroeste de África, las precipitaciones en Sudamérica también se vieron reducidas, el clima era más seco que en otras épocas. Las evidencias se encuentran en las descargas tan reducidas del río Orinoco y el río Amazonas (Showers y Margolis, 1985; Rühlemann *et al.*, 1999; Haug *et al.*, 2001; Martínez

y Rincón, 2004). Además de éstas, otras de ellas son: la disminución de la cobertura vegetal y la reducción del volumen de agua en lagos de diversos lugares sudamericanos. Una reducción de Ti y de Fe también indican una escasez de lluvias (Rühlemann *et al.*, 1999; Haug *et al.*, 2001, Martínez y Rincón, 2004). Destacar que en lugares como Guatemala, Haití y las montañas de Costa Rica se registraron descensos en la precipitación (Martínez y Rincón, 2004).

Hay lugares del Norte de Sudamérica y el Caribe durante el Dryas Reciente (Fig. 9) permanecieron con un clima en el que las bajas temperaturas y las escasas precipitaciones eran las protagonistas. Otros lugares tan sólo presentaban escasez de precipitaciones, manteniendo una constante temperatura respecto al Bölling-Allerod.

Figura 9. Condiciones climáticas en el norte de Sudamérica y el Caribe durante el Dryas Reciente. Se observan localizaciones con un clima frío y seco (FS), seco (S) o simplemente en los que no hay registro de datos (NR).  
*Martínez y Rincón, 2004.*



Como se observa en la Figura 10, lugares que se encuentran a la misma latitud presentan un distinto porcentaje de humedad del suelo (Para obtener estos resultados de humedad se han tenido en cuenta varios parámetros: Precipitaciones, evaporación, deshielo y escorrentía). Como se puede observar la humedad del suelo no sigue un patrón concreto como sí lo puede seguir la temperatura. Aun así, podemos afirmar que en Eurasia destaca una aridez permanente en el Dryas Reciente, con la excepción del Norte de Europa y que las zonas en torno al Ecuador también presentan una notable aridez; sin

embargo, en el hemisferio sur la humedad aumenta gradualmente a medida que nos acercamos al Polo Sur. (Renssen *et al.*, 2018).

Esa aridez en zonas de Eurasia se debe al fuerte enfriamiento causado por el debilitamiento de las corrientes del Atlántico, lo que, a su vez, provocó una reducción en la humedad de las masas de aire que transportaban los vientos del Oeste. Se produce un cambio en la circulación atmosférica en el Atlántico Norte, una reducción de la presión superficial en el Mar del Norte que provocó un flujo anómalo hacia el Norte, que a su vez trajo un aire polar frío hacia el sur pasando sobre el Noreste de Europa. Al mismo tiempo se produjo un flujo anómalo hacia el Sur que transportó aire húmedo hacia el Noreste de Europa, esto explica dicha humedad. Este cambio en la circulación atmosférica también afectó a Norteamérica, ya que se produjo un flujo anómalo de presión positiva en el este de dicho lugar, y un flujo anómalo negativo sobre Norteamérica Occidental. Como resultado se dio lugar a un flujo hacia el sur, trayendo un aire húmedo desde el Golfo de México hacia el Norte. Esto explica la mayor humedad del suelo en el Sudeste de Norteamérica (Renssen *et al.*, 2018).

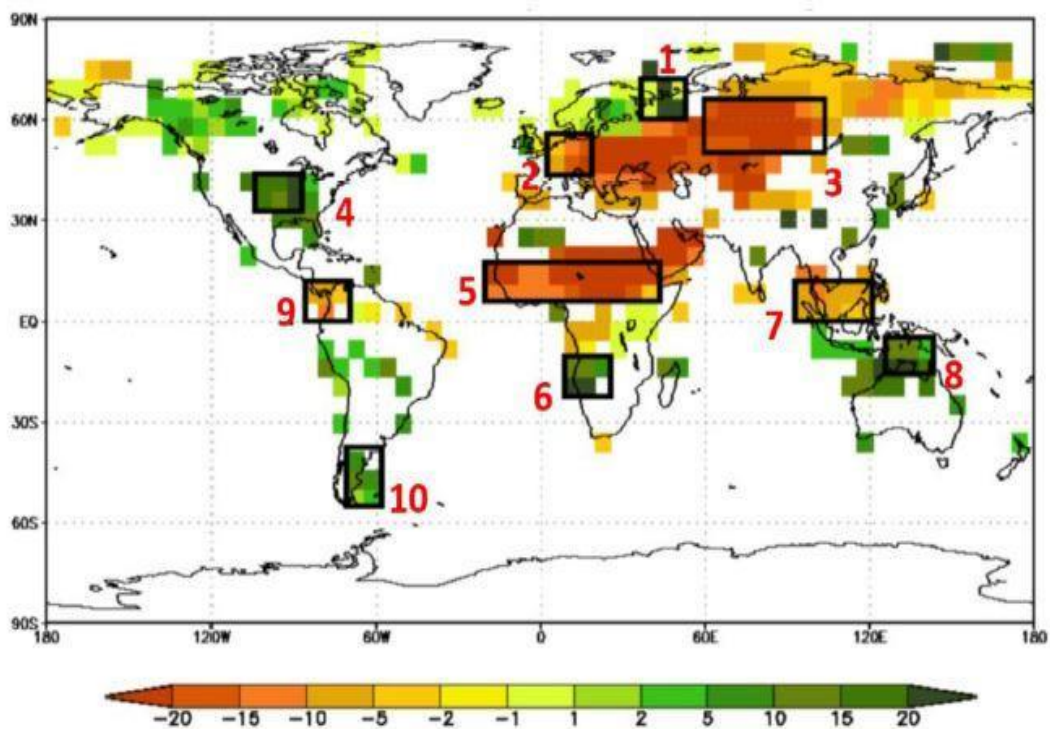


Figura 10. Humedad del suelo en porcentaje. 1) Noreste de Europa, 2) Europa Central, 3) Oeste de Siberia, 4) Sudeste de Norteamérica, 5) Sahel, 6) Suroeste de África, 7) Sudeste asiático, 8) Noreste de Australia, 9) América Central, 10) Sudeste de Sudamérica. Renssen *et al.*, 2018.

### 3.2.2 PRECIPITACIONES TRAS EL DRYAS RECIENTE

En el estudio mineralógico y del tamaño de grano, ya mencionado en el apartado anterior, realizado por Meyer et al. (2013): “Se observa que el tamaño de grano es menor tras el Dryas Reciente, lo que indica variaciones en la hidrología y en la vegetación”. Observando la Figura 8, claramente el tamaño de grano siguió disminuyendo durante toda la fase del Periodo Húmedo Africano, (después del Dryas Reciente) esto indica una pérdida de material fino, lo que se debe a cambios en las condiciones hidrológicas (aumentan las precipitaciones) o en la cubierta vegetal. Tras este período dicho tamaño comienza a aumentar, esto nos indica que, como ya pasó en el Dryas Reciente, hay cambios en el sistema hidrológico, lo que concuerda con las condiciones áridas actuales (Fig. 11) en esta zona de África (Meyer et al., 2013).

a)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	12.4	13.1	14.7	16	18.2	20.6	22.4	23.3	21.9	19.7	16.1	13.4
Temperatura mín. (°C)	7.4	7.8	9.5	11	13.6	16.3	18.4	19	17.4	14.5	11.1	8.4
Temperatura máx. (°C)	17.4	18.4	20	21.1	22.8	25	26.5	27.6	26.5	24.9	21.2	18.5
Precipitación (mm)	64	53	48	36	18	4	1	3	6	34	65	80

b)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	22	21.7	22.2	22.6	23.4	26.5	27.4	27.4	27.8	28.1	26.4	23.6
Temperatura mín. (°C)	17.3	17	17.6	18.4	19.7	23.2	24.6	24.5	24.6	24.6	22.2	19.2
Temperatura máx. (°C)	26.8	26.5	26.8	26.8	27.1	29.8	30.3	30.4	31	31.6	30.7	28
Precipitación (mm)	1	1	0	0	1	10	77	182	150	42	2	3

Figura 11. a) Tabla climática con datos de temperatura y precipitaciones de Casablanca; b) Tabla climática con datos de temperatura y precipitaciones de Dakar. Datos de 1982 - 2012. *Climate-data.org*

En la Figura 7 se puede observar la recuperación de la humedad del suelo medida en años. Se puede afirmar que la recuperación es más rápida en lugares como el Noreste de Europa y el Sudeste de Norteamérica, algo que tiene relación con el alto porcentaje de humedad del suelo (Fig. 10) durante el Dryas Reciente (Renssen et al., 2018).

Para finalizar, se puede afirmar que tras el Dryas Reciente las precipitaciones aumentaron, basándonos en los registros de humedad en distintos lugares del planeta. Uno de estos lugares es la Península Ibérica. Un estudio realizado en la Cuenca Alta del Manzanares sugiere que al inicio del Holoceno destaca la expansión de ciertas especies arbóreas termófilas (Principalmente del género *Quercus*) y un descenso especies esteparias como *Artemisia* y *Chenopodiaceae*, esto nos indica que el clima en ese momento era más cálido y húmedo. A medida que avanza el Holoceno existe un retroceso en esa vegetación arbórea y resurge la vegetación esteparia, lo que nos aporta la idea de que tras ese período húmedo hubo un período árido desde el punto de vista hídrico. Este Período árido se mantuvo durante el Holoceno medio (Dorado *et al.*, 1999).

### **3.3 NIVEL DEL MAR**

#### **3.3.1 NIVEL DEL MAR EN EL DRYAS RECIENTE**

Los cambios eustáticos se refieren a las variaciones del nivel del mar que se deben a los procesos que tienen lugar entre la hidrosfera y la atmósfera y, además, los cambios en la litosfera. Las variaciones producidas en el volumen oceánico se denominan glacio-eustáticas y se deben a la acumulación de hielo en los casquetes y a su fusión (Bardají *et al.*, 2009; Dabrio y Polo, 2015).

Estas variaciones eustáticas tienen un control orbital, es decir, se ven controladas por parámetros orbitales (excentricidad de la órbita, precesión, inclinación del eje), los cuales, a su vez, influyen sobre el clima (Miró y Soler, 1995; Dabrio y Polo, 2015). En este apartado nos vamos a centrar en los cambios producidos en el nivel del mar durante el Dryas Reciente. Las condiciones climáticas del Último Máximo Glaciar resurgen de nuevo. El nivel del mar estaba 120 metros por debajo del nivel actual, grandes plataformas continentales quedaron en exposición subaérea (Silva *et al.*, 2017).

Como se explicó en el apartado de métodos, el hecho de conocer la profundidad de la cresta del arrecife de coral *Acropora palmata* nos aporta una idea sobre el nivel del mar en ese momento. En la Figura 9 se puede observar una pequeña y continua subida en la línea que representa la profundidad de *A. palmata*, pero en



un determinado momento esta subida se ve ralentizada y se estabiliza, al mismo tiempo el nivel del mar sufre una notable reducción.

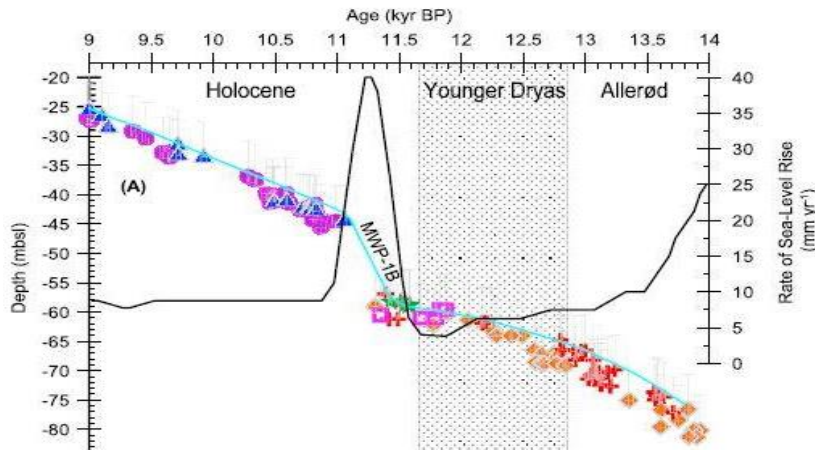


Figura 9. Nivel del mar y profundidad de *A. palmata* en diversos lugares de Barbados. Abdul et al., 2016.

Durante el Bölling-Allerød la tasa de variación del nivel del mar fue descendiendo desde los 25 mm/año hasta unos 8 mm/año. Fue en el Dryas Reciente cuando este nivel alcanza el mínimo, unos 4 mm/a. Según Dabrio y Polo (2015): “Entre 12,5 y 11 Ka BP (miles de años atrás) se produjo una interrupción de la subida, o incluso un pequeño descenso, que corresponde al Dryas reciente”. Tras esa considerable bajada, con algunos momentos de estabilidad, el nivel del mar vuelve a ascender de forma exponencial hasta llegar a los 40 mm/año. Las curvas de evolución del nivel del mar no siguen un patrón concreto a nivel global, aunque sí parecido en distintas partes del planeta (Dabrio y Polo, 2015).

Ese descenso progresivo observado en la Figura 9 se debe a que durante los episodios de glaciación iban surgiendo formaciones glaciares en los continentes, el hielo se iba acumulando en estas formaciones, como consecuencia el nivel del mar se ve afectado de esta manera. Por tanto, se podría deducir que los niveles del mar son más bajos con un clima más frío, y son más altos con un clima más cálido (Silva et al., 2017).

### 3.3.2 NIVEL DEL MAR TRAS EL DRYAS RECIENTE

Tras el Dryas Reciente tiene lugar una deglaciación a nivel global. Ello produce un aumento del nivel del mar debido a esta deglaciación, este proceso recibe el nombre de Melt Water Pulse (MWP). Tras el Dryas Reciente se produce uno de estos ascensos importantes, el cual se conoce como MWP-1B.

Una pequeña fusión de hielo en un período frío que sigue a una transgresión rápida sugiere el enfriamiento causado por una rápida descarga de agua de fusión glacial. Esto explicaría el calentamiento que hubo en el Bölling-Allerod, tras un episodio de enfriamiento, y, al mismo tiempo, explicaría la oscilación preboreal tras el MWP-1B después del Dryas Reciente (Bard *et al.*, 1996; Liu y Milliman, 2004).

Cabe destacar un ascenso continuo del nivel del mar observado en el NO de la Península Ibérica (Fig. 10). Dicho ascenso comenzó tras el Dryas Reciente, ya que, fue tras este episodio cuando se reanudó la deglaciación. El nivel del mar se encontraba a unos 40 metros por debajo del actual, fue ascendiendo a una velocidad de 11,5 mm/año (Alonso y Pagés, 2010). Una elevación de las temperaturas conlleva una fusión de los casquetes, que, como consecuencia, da lugar a un aumento del nivel del mar (Figs. 9 y 10) (Dabrio y Polo, 2015).

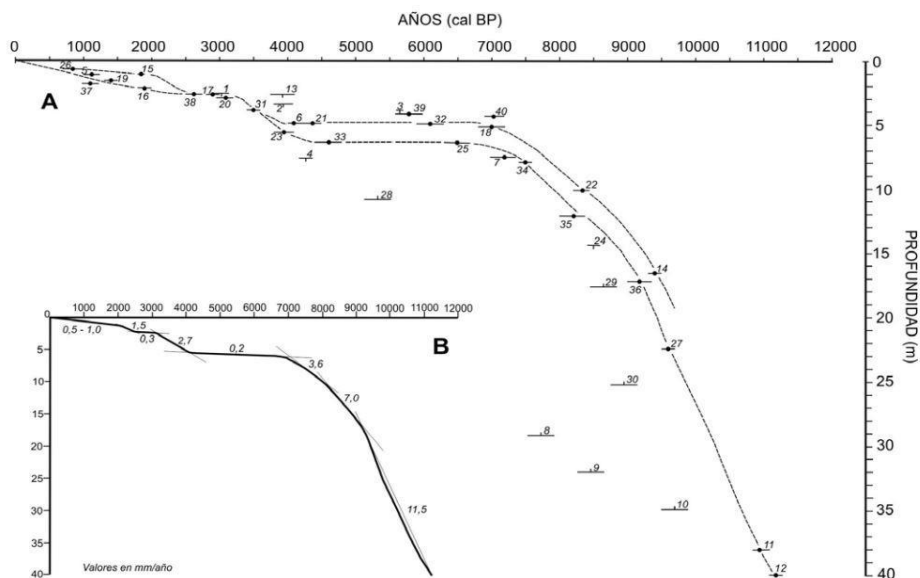


Figura 10. Curva de evolución del nivel del mar durante el Holoceno en el Noroeste de la Península Ibérica. Alonso y Pagés, 2010.

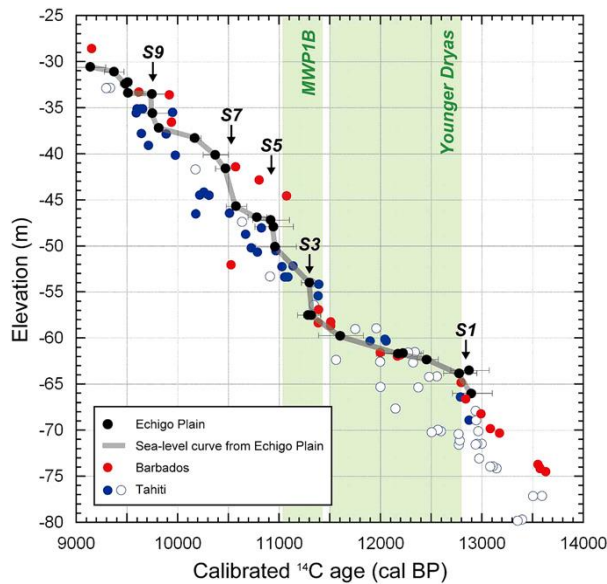


Figura 11. Nivel del mar en la Llanura de Echigo (Japón), Barbados y Tahití. *Tanabe et al., 2010*.

A partir de los datos obtenidos en diferentes lugares de la Tierra (Fig. 11) se puede observar como el nivel del mar fue ascendiendo en dichas localizaciones, en el mismo momento. Existe un importante ascenso del nivel del mar justo en el momento en que comienza la deglaciación, desde ese momento el nivel continúa ascendiendo sin pausa alguna, tan solo alguna ralentización esporádica.

En líneas generales, se puede observar que de forma global hubo un ascenso tras el Dryas Reciente, en algunos lugares el aumento del nivel del mar fue mayor y en otros fue menor, esto se debe a ciertas condiciones de las distintas zonas del planeta, como, por ejemplo, los hundimientos sísmicos en la primera edad del Holoceno en la llanura de Echigo, lo que explica que los datos de elevación sean mayores (*Tanabe et al., 2010*). Independientemente de la zona de estudio estamos hablando de un aumento global del nivel del mar, debido principalmente a la deglaciación posterior al Dryas Reciente.

### 3.4. VEGETACIÓN

#### 3.4.1. VEGETACIÓN DURANTE EL DRYAS RECIENTE

Durante el Bolling-Allerod, las condiciones climáticas se corresponden con un clima cálido, por lo que los bosques de coníferas se ven reducidos o desplazados a cotas superiores. Al mismo tiempo, las especies arbustivas y herbáceas van desapareciendo progresivamente. En la Península Ibérica, abundan las especies del bosque de ribera (alisos, abedules, sauces y olmos) y las especies del género *Quercus*. Todo esto cambia al establecerse las condiciones del Dryas Reciente (*López Sáez et al., 2008*).

Las bajas temperaturas de este episodio, provocan distintas respuestas en la vegetación, aunque, generalmente, responde con un retraso en el deshoje y una reducción del crecimiento vegetal (Piao *et al.*, 2008; Richardson *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2020). Además, estas condiciones se traducen en una reducción de masas boscosas (Van Mourik, 1986; Peñalba, 1989; Van der Knaap & Van Leeuwen, 1991; Ramil, 1993; Pérez i Obiol & Juliá, 1994, Dorado Valiño *et al.*, 1999), y en una migración de la altitud a la que se encuentra en dicho momento. En zonas alpinas, la línea de árboles se encontraba más baja (Shen *et al.*, 2006; Xiao *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2020).

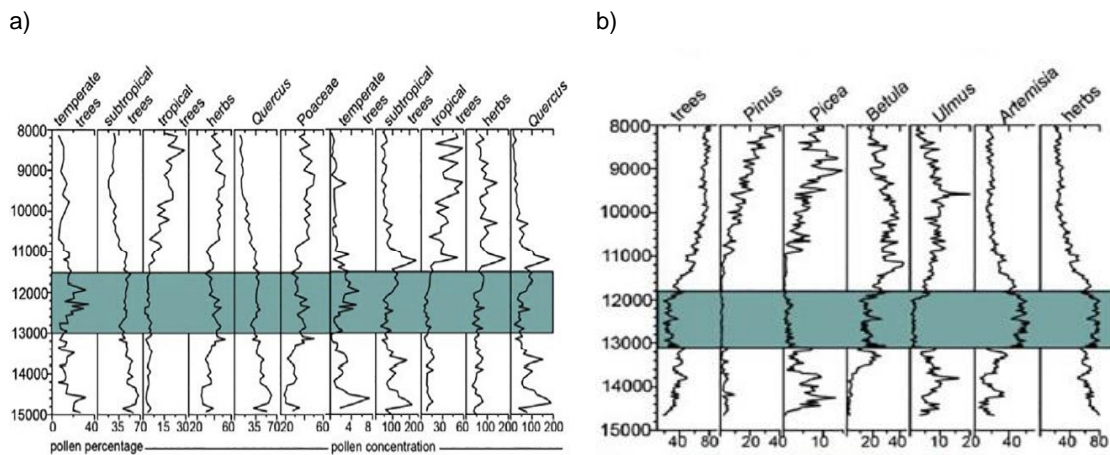


Figura 12. Porcentaje y Concentración de polen de distintas especies vegetales a lo largo de miles de años en el Lago Huguangyan Maar, al Sur de China (a), y Lago Gonghai, al Norte de China (b). La franja azul representa el Dryas Reciente. *Chen et al.*, 2020.

En el Sudeste asiático, tal como se observa en la Figura 12, se puede diferenciar entre vegetación arbórea (*Quercus*, *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Ulmus*) y herbácea/arbustiva (*Artemisia*, *Poaceae*). En general, la concentración y el porcentaje de polen de las herbáceas aumenta en el Dryas Reciente, en comparación con las fases anterior (Bölling-Allerod) y posterior (Holoceno), ya que la vegetación herbácea se relaciona con suelos en condiciones secas (Theuerkauf y Joosten, 2012). Simultáneamente, se detecta una reducción de la concentración y porcentaje de polen de las especies arbóreas, aunque, sobre todo, es más notable en especies tropicales, las cuales son menos tolerantes a la reducción de las temperaturas, mientras que, las especies templadas tienen un mayor rango de tolerancia. Independientemente de la región, el patrón que sigue la vegetación es el mismo, teniendo en cuenta leves diferencias (Chen *et al.*, 2020).

Para poder observar los retrasos vegetativos significativos en la tundra arbustiva, se puede tomar como referencia Alaska. La concentración y porcentaje de polen de especies del género *Betula* disminuye (Fig. 13), mientras que el polen de especies de las familias Cyperaceae, Tubuliflorae y Caryophyllaceae, aumenta. No sólo se observan variaciones en el porcentaje de polen, sino también en el porcentaje de esporas. Se puede poner como ejemplo los bajos porcentajes de esporas de especies pertenecientes a Polypodiaceae y otras como *Lycopodium annotinum*; y un aumento de esporas de especies pertenecientes al género *Encalypta* (Hu *et al.*, 2002). Todo ello son evidencias de que, independientemente de la latitud, la vegetación herbácea se vio favorecida en comparación con otras categorías.

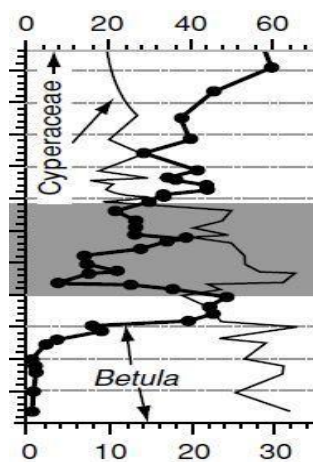


Figura 13. Evolución del porcentaje de polen de *Betula* y *Cyperaceae* en Alaska. La franja oscura representa el Dryas Reciente. Hu *et al.*, 2002.

Las condiciones de sequía del período de crecimiento fueron importantes en la distribución de la vegetación regional, algo notable en el bosque que crece a baja altura (Chen *et al.*, 2020). Algunas especies arbóreas, como las del género *Betula*, resisten más al Dryas Reciente debido a que suelen encontrarse cercanas a ríos y lagos, por tanto, no estaban expuestas a esas condiciones secas (Theuerkauf y Joosten, 2012). Esto último, explicaría la evolución de *Betula* en la Figura 12 b.

La latitud también es otro factor que afecta a la vegetación de distinta forma, en las regiones de latitud alta la vegetación respondió a la temperatura y a la precipitación, mientras que en las regiones de latitud baja la vegetación respondió tan sólo a la temperatura (Chen *et al.*, 2020). Por ejemplo, la decadencia de la población de pinos en regiones al norte de la Península

Escandinava fue mayor que en zonas de Centroeuropa, debido a la formación de permafrost (Theuerkauf y Joosten, 2012).

### 3.4.2. VEGETACIÓN TRAS EL DRYAS RECIENTE

Al ir finalizando el Dryas Reciente, las temperaturas van aumentando y, por tanto, al inicio del Holoceno, cuando el clima comenzó a ser cálido y húmedo, se da lugar a una expansión de las especies arbóreas termófilas y una reducción de herbáceas (Dorado Valiño *et al.*, 1999).

Se tiene constancia que, de nuevo, las especies arbóreas vuelven a predominar el paisaje, debido a una disminución abrupta en el porcentaje de polen de las especies pertenecientes a la familia Cyperaceae, y el aumento de concentración de polen de especies de *Betula*, lo que sugiere que la tundra arbustiva reemplazó a la tundra herbácea. Los aumentos en los taxones de arbustos (*Betula*, Ericales) junto con los aumentos de porcentaje y concentración de polen y esporas de especies de: Polypodiaceae, *Sphagnum* y Apiaceae. Todo ello debido claramente a un calentamiento climático y una mayor humedad (Hu *et al.*, 2002).

Haciendo referencia al apartado anterior, los cambios en las condiciones climáticas tras el Dryas Reciente producen una expansión de las especies arbóreas a lo largo de distintas altitudes en el relieve, como se observa en la Figura 14 (Chen *et al.*, 2020). Respecto a dicha altitud, un estudio realizado en la Cuenca Alta del Guadiana, aporta como idea principal que tuvo lugar un aumento gradual de *Pinus* y herbáceas en zonas más bajas tanto en latitud como en altitud (Menéndez & Florschütz, 1961; Pons & Reille, 1988, Dorado Valiño *et al.*, 1999).

Otra de las variaciones a destacar es la ocurrida al sur de la Península Ibérica, los espectros polínicos muestran una progresión de vegetación arbórea, mientras que las herbáceas muestran un retroceso. Estaríamos, pues, ante una recuperación del bosque al finalizar el Dryas Reciente (López Sáez *et al.*, 2008).

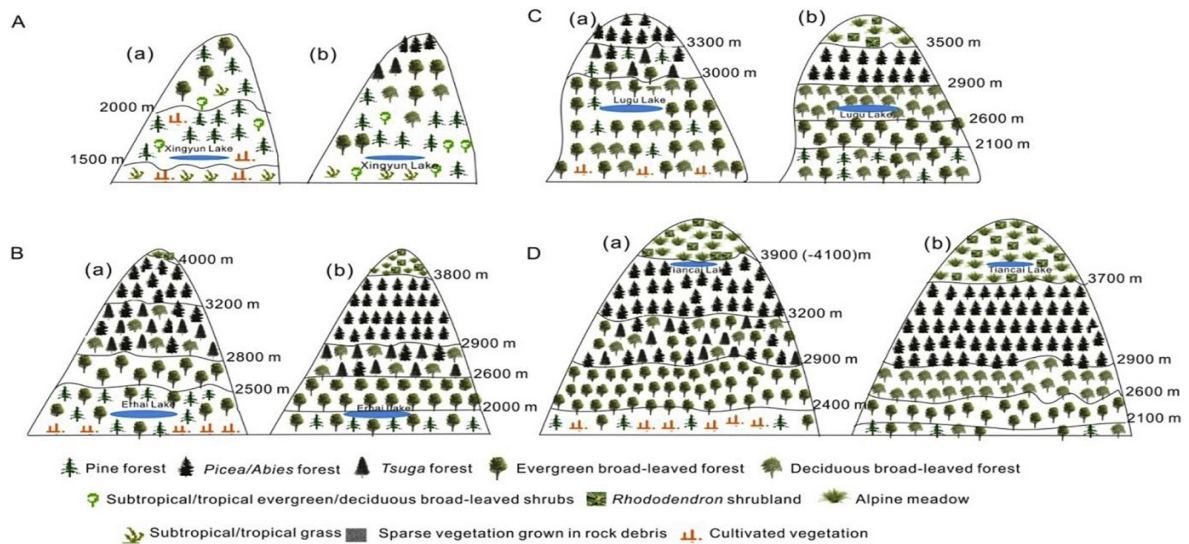


Figura 14. Comparación del desarrollo de la vegetación en distintas zonas de montaña en la actualidad (a) y durante el Dryas Reciente (b). Lago Xingyun (A); Lago Lugu (B); Lago Erhai (C); Lago Tiancai (D). *Chen et al., 2020.*

Finalmente, podemos afirmar que la vegetación arbórea sufrió una decadencia al comenzar el Dryas Reciente, tras dicho episodio fue recuperándose. Por el contrario; la vegetación herbácea se adaptó a las condiciones frías del Dryas Reciente y era muy abundante. Independientemente de la región geográfica de la vegetación, el patrón a seguir era el mismo, en mayor o menor medida.

### 3.5 FAUNA

#### 3.5.1 FAUNA DURANTE EL DRYAS RECIENTE

Son muy numerosas las evidencias de la diversidad taxonómica de la fauna extinta del Cuaternario (Fig. 15). Cinco géneros muy comunes de mamíferos habitaban el continente americano (*Forasiepi et al., 2010*): *Megatherium*, *Hippidion*, *Equus* (subgénero *Amerhippus*), *Glyptodon* y *Macrauchenia*.

También hay que destacar la presencia de Tardigrada indeterminados y Camélidos (*Bargo et al. 2010*; *Cerdeño et al. 2008*; *Forasiepi et al., 2010*). Los Tardigrada representan un grupo de mamíferos extintos que son propios del continente americano, algunos géneros pertenecientes a este grupo son *Megatherium* y *Lestodon* (*Brandoni et al., 2016*).

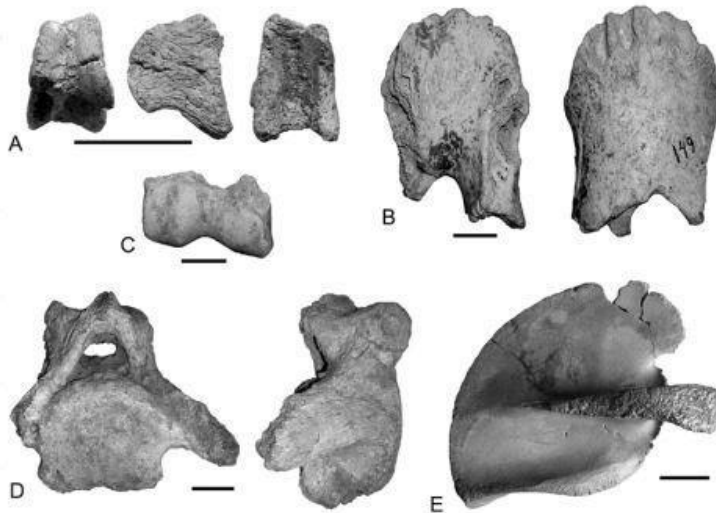


Figura 15. Restos de mamíferos extintos del Cuaternario encontrados en Argentina. Primera falange en vistas ventral, lateral y proximal de Tardigrada indeterminado (A); Sínfisis mandibular sin dientes en vistas dorsal y ventral de Equus (Amerhippus) (B); Porción distal de húmero en vista anterior de Camelidae (C); Vértebra caudal anterior en vistas anterior y lateral de Megatherium sp. (D); Escápula derecha en vista lateral de Mylodontidae (E). *Forasiepi et al., 2010.*

Aves como el búho real (*Bubo bubo*), el buitre negro (*Aegypius monachus*) y el buitre común (*Gyps fulvus*) ya eran frecuentes en Europa durante el Pleistoceno Superior, por lo que consiguieron adaptarse a las condiciones del Dryas Reciente (Sánchez Marco, 1986). Especies del género *Puffinus* se encuentran distribuidas por el Atlántico y Mediterráneo (Sánchez Marco, 2003). La lechuza común (*Tyto alba*) ya estaba presente durante el Pleistoceno Superior, a partir de los depósitos fosilíferos constituidos por regurgitaciones de estas aves (Fig. 16), se sabe que determinadas especies de anfibios como los del género *Bufo*, *Osteopilus* y *Eleutherodactylus* eran también frecuentes.

Además, también existen restos de reptiles como los del género *Leiocephalus*, siendo *L. cubensis* y *L. carinatus* las especies más depredadas por *Tyto alba*. Otros géneros que también son bastante abundantes, son los de *Alsophis* y *Anolis*. Todo ello se puede observar también en la Figura 16 (Jiménez Vázquez *et al.*, 2005).

Taxón	NMI	NR	RC	RF
Amphibia				
Bufoidea <i>Bufo</i> sp.	2	27	3	24
Hylidae <i>Osteopilus septentrionalis</i>	23	241	16	225
Leptodactylidae <i>Eleutherodactylus</i> spp.	13	80	15	65
Amphibia indeterminado	0	138	25	113
Total	38	486	59	427
Reptilia				
Serpentes <i>Alsophis cantherigerus</i>	1	4	2	2
Gekkonidae <i>Tarentola americana</i>	2	4	1	3
Iguanidae <i>Leiocephalus carinatus/cubensis</i>	23	155	39	116
<i>Anolis porcatus</i>	2	2	0	2
<i>Anolis</i> sp. (complejo Equestris)	2	3	0	3
<i>Anolis</i> sp. (complejo Sagrei-Homolechis)	2	3	2	1
Iguanidae indeterminado	0	127	32	95
Total	32	298	76	222

Figura 16. Restos de anfibios y reptiles encontrados en depósitos fosilíferos. Número mínimo de individuos (NMI); Número de restos (NR); Restos completos (RC); Restos fragmentados (RF). *Jiménez Vázquez et al., 2005.*



En cuanto a los insectos, también eran abundantes durante el Dryas Reciente especies del género *Bledius*, del orden Coleópteros. En lugares del Norte de Europa, destaca el escarabajo de agua *Agabus arcticus* y el escarabajo terrestre *Pterostichus adstrictus*. Al Sur, además, se encontraba el escarabajo terrestre *Dryops nitidulus*. Al finalizar este episodio, las especies del sur de la Península Escandinava fueron reemplazando a las especies que se encontraban al Norte (Lemdahl *et al.*, 1991), un ejemplo de la importancia de la latitud en las variaciones en la fauna. Algunos de estos géneros, también se hallaban en Norteamérica, a los que se añaden más especies de escarabajo como: *Elaphrus lapponicus*, *Helophorus arcticus*, *Dyschirius hiemalis* y *Diacheila arctica* (Miller, 1996).

### 3.5.2 FAUNA TRAS EL DRYAS RECIENTE

A comienzos del Holoceno, las variaciones en las condiciones climáticas provocaron que, muchos de los géneros de mamíferos que eran bastante abundantes (*Megatherium*, *Hippidion*, *Equus* (subgénero *Amerhippus*), *Glyptodon* y *Macrauchenia*) se extinguieran (Forasiepi *et al.*, 2010). En América, concretamente en regiones de Panamá, la única especie de vertebrados perteneciente a los comienzos del Holoceno, que fue reportada, es *Dasypus novemcinctus*, comúnmente conocido como armadillo de nueve bandas (Cooke *et al.*, 2007).

Los cambios en la vegetación producidos al finalizar el Dryas Reciente, genera una desaparición definitiva, en la Península Ibérica, de ciertas especies como: el bisonte (*Bison bison*) y el reno (*Rangifer tarandus*), además de todas aquellas especies que habitaban en un clima frío y seco (Altuna, 1990; Marín, 2004).

Se favorece el desarrollo de especies que están adaptadas a bosques y llanuras, como es el caso del ciervo (*Cervus elaphus*) y el jabalí (*Sus scrofa*). Tuvo lugar una migración altitudinal de las cabras (*Capra aegagrus*) hacia cotas de mayor altitud, y, como consecuencia, se produjo un alejamiento de las áreas de caza más habituales (Marín, 2004).

Algunas especies de avifauna como *Puffinus holeae*, fue desapareciendo de forma gradual en el Holoceno debido a la presión humana (Sánchez Marco,

2003). Sin embargo; aves como el búho real (*Bubo bubo*), el buitre negro (*Aegypius monachus*) y el buitre común (*Gyps fulvus*), siguen en la fauna actual (Sánchez Marco, 2003).

Respecto a la fauna de insectos, con los cambios en las condiciones climáticas, la mayoría de las especies de coleópteros, mencionados anteriormente, se adaptaron a dichos cambios, pero, especies como *Helophorus arcticus* y *Diacheila arctica* no sobrevivieron (Miller, 1996).

Finalmente, relativo a las especies de reptiles y anfibios, éstas se adaptaron a los cambios climáticos que tuvieron lugar tras el Dryas Reciente, muchos de los restos encontrados pertenecen a las primeras etapas del Holoceno (Jiménez Vázquez, 2005).

#### **4 CONCLUSIÓN**

De la investigación bibliográfica realizada se puede concluir que en el Dryas Reciente se produjeron, en mayor o menor medida, una serie de cambios en los factores ambientales presentados en este Trabajo de Fin de Grado: temperatura, precipitación, nivel del mar, fauna y vegetación.

Estos cambios tuvieron lugar debido a un cambio en la corriente termohalina del Atlántico Norte, que provocó una variación del calor entre el océano y la atmósfera y, por ende, produjo cambios en la regulación del clima. A causa de ello, se originaron cambios en varios factores físicos: la temperatura global se vio reducida, sobre todo en zonas del hemisferio norte, donde oscilaban en un rango de entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $1^{\circ}\text{C}$ , correspondiendo las más negativas a las regiones árticas, con menores variaciones a medida que nos acercamos al ecuador; por el contrario, en el hemisferio sur las temperaturas se mantienen por encima de  $0^{\circ}\text{C}$ , con máximas en torno a  $1^{\circ}\text{C}$  y  $2^{\circ}\text{C}$ . Las precipitaciones disminuyeron notablemente y lo hicieron de distinta forma en ambos hemisferios; el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el sur, debido a los vientos alisios provenientes del Noreste, tuvo como consecuencia un mecanismo de equilibrio entre hemisferio norte y hemisferio sur, provocando un clima bastante seco en el hemisferio norte, mucho menos húmedo que antes de

dicho episodio, en comparación con el hemisferio sur. El nivel del mar sufrió un descenso global, que ya había ocurrido durante el Bölling-Allerod; el nivel del mar baja unos 4 mm/año, lo que se debe a las acumulaciones glaciares que tuvieron lugar en los continentes.

Estas variaciones ambientales hacia climas más fríos originaron también cambios importantes en los elementos bióticos. Tuvo lugar un declive de la vegetación arbórea, con la desaparición o el desplazamiento de dicha vegetación a favor de la vegetación herbácea (es en ese momento cuando la especie vegetal *Dryas octopetala*, que da nombre a este evento, se extiende por toda la región ártica; motivo por el que podemos encontrar hoy día gran cantidad de polen perteneciente a dicha especie en sedimentos al norte en las regiones atlánticas). Finalmente, la fauna sufrió diversas pérdidas debido a que no todas las especies consiguieron adaptarse a las frías condiciones ambientales; es el caso de, por ejemplo, especies pertenecientes a los géneros *Megatherium*, *Hippidiom*, *Lestodon*, *Glyptodon* y *Macrauchenia*.

Una vez finalizó el Dryas Reciente, las condiciones ambientales retornaron de forma progresiva a su tendencia anterior, hacia condiciones interglaciares. De tal forma que, el nivel del mar fue subiendo, las temperaturas volvieron a ascender, las precipitaciones aumentaron; por lo que el clima comenzó a ser más cálido y húmedo en los comienzos del Holoceno, en comparación con el final del Pleistoceno. Como respuesta a ello, la vegetación arbórea fue dominando nuevamente el paisaje frente a la herbácea.

Este evento tuvo una duración de unos 1300 años, que en términos geológicos es muy breve; en ese tiempo las condiciones ambientales pasaron de ser unas condiciones interglaciares a casi glaciares, lo que hace que nos preguntemos si, dadas las condiciones actuales de cambio climático, puede ocurrir un episodio similar, pero de características distintas y con unas consecuencias sobre los factores ambientales, aquí tratados, a todos los niveles.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- Abdul, N.A.; Mortlock, R.A.; Wright, J.D.; Fairbanks, R.G. (2016) Younger Dryas sea level and meltwater pulse 1B recorded in Barbados reef crest coral *Acropora palmata*. *Paleoceanography*. 31, 330-344.
- Alonso, A.; Pagés, J.L. (2010) Evolución del nivel del mar durante el Holoceno en el Noroeste de la Península Ibérica. *Revista de la Sociedad Geológica de España*. 23 (2-3). 157-167.
- Baldini, L.; Baldini, J.; McDermott, F.; Arias, P.; Cueto, M.; Fairchild, I.; Hoffmann, D.; Matthey, D.; Müller, W.; Nita, D.; Ontañón, R.; García-Moncó, C.; Richards, D. (2019) North Iberian temperature and rainfall seasonality over the Younger Dryas and Holocene. *Quaternary Science Reviews*. 226, 1-22.
- Bardají, T. y Zazo, C. (2009) El Cuaternario: Un “nuevo” periodo en la escala geocronológica global. *Enseñanzas de las ciencias de la Tierra*. 17 (1), 37-43.
- Brandoni, D.; Scillato-Yané, G.; Miño-Boilini, A.R.; Favotti, E. (2016) Los Tardigrada (Mammalia, Xenarthra) de Argentina: diversidad, evolución y biogeografía. *Historia evolutiva y paleobiogeografía de los vertebrados de América del Sur*. 6, 263-274.
- Chen, X.; Wu, D.; Huang, X.; Lv, F.; Brenner, M.; Jin, H.; Chen, F. (2020) Vegetation response in subtropical southwest China to rapid climate change during the Younger Dryas. *Earth-Science Reviews*. 201, 1-20.
- Cohen, K.M.; Finney, S.C.; Gibbard, P.L. y Fan, J.X. (2013, actualizada) The ICS International Chronostratigraphy Chart. Episode 36, 199-204.

- Cooke, R.; Jiménez, M.; Ranere, A. (2007) Influencias humanas sobre la vegetación y fauna de vertebrados de Panamá: Actualización de datos arqueozoológicos y su relación con el paisaje antrópico durante la época precolombina. *Ecología y evolución en los trópicos*. 562-593.
- Dabrio, C.J. y Polo, M.D. (2015) Cambios del nivel del mar. *Enseñanzas de las ciencias de la Tierra*. 23.2, 171-179.
- Dorado Valiño, M.; Valdeolmillos Rodríguez, A.; Ruíz Zapata, M.B.; Gil García, M.J.; de Bustamante Rodríguez, I. (1999) Evolución climática durante el Holoceno en la Cuenca Alta del Guadiana (Submeseta Sur Ibérica). *Cuaternario y Geomorfología*. 13 (1-2), 19-32.
- Forasiepi, A.M.; Gil, A.F.; Martinelli, A.G.; Neme, G.; Cerdeño, E. (2010) Fauna extinta y ocupaciones humanas en el Pleistoceno final-Holoceno Temprano del Centro Occidente Argentino. *Zooarqueología a principios del siglo XXI: Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio*. 219-229.
- García-Ruiz, J.M.; Palacios, D.; González-Sampériz, P.; de Andrés, N.; Moreno, A.; Valero-Garcés, B.; Gómez-Villar, A. (2016). Evidencias de actividad glaciár durante el Dryas Reciente (12,9-11,7 ka BP) en la Península Ibérica. *Cuaternario y Geomorfología*. 30 (1-2), 9-21.
- Hu, F.S.; Lee, B.Y.; Kaufman, D.S.; Yoneji, S.; Nelson, D.M.; Henne, P.D. (2002). Response of tundra ecosystem in Southwestern Alaska to Younger Dryas climatic oscillation. *Global Change Biology*. 8, 1156-1163.
- Jiménez Vázquez, O.; Condis, M.M.; García Cancio, E. (2005) Vertebrados post-glaciales en un residuo fósil de *Tyto alba scopoli* (Aves: Tytonidae) en el occidente de Cuba. *Revista mexicana de mastozoología*. 9, 85-112.

- Lippold, J.; Pöppelmeier, F.; Sufke, F.; Gutjahr, M.; Goepfert, T.J.; Blaser, P.; Friedrich, O.; Link, J.M.; Wacker, L.; Rheinberger, S.; Jaccard, S.L. (2019). Constraining the variability of the Atlantic Meridional Overturning Circulation during the Holocene. *Geophysical Research Letters*. 46 (11), 338-346.
- Liu, P.; Milliman, J.D. (2004). Reconsidering Melt-water Pulses 1A and 1B: Global impacts of rapid sea-level Rise. *Journal of ocean university of China*. 3 (2), 183-190.
- López Sáez, J.A.; López Merino, L.; Pérez Díaz, S. (2008). Historia de la vegetación: una aproximación arqueopalinológica. *Antiquitas*. 20, 41-47.
- Marín, A.B. (2004) Análisis arqueozoológico, tafónico y de distribución espacial de la fauna de mamíferos de la cueva de la Fragua (Santoña, Cantabria). *Munibe (Antropología-Arkeología)*. 56, 19-44.
- Martzluff, M.; Martínez-Moreno, J.; Guilaine, J.; Mora, R.; Casanova, J. (2012). Transformaciones culturales y cambios climáticos en los Pirineos catalanes entre el Tardiglacial y Holoceno antiguo: Aziliense y Sauveterriense en Balma de la Margineda y Balma Guilanya. *Cuaternario y Geomorfología*. 26 (3-4), 61-78.
- Meyer, I.; Davies, G.R.; Vogt, C.; Kuhlmann, H.; Stuut, J.W. (2013) Changing rainfall patterns in NW Africa since the Younger Dryas. *Aeolian Research*. 10, 111-123.
- Miller, R.F. (1996) Allerod-Younger Dryas Coleoptera from western Cape Breton Island, Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 33, 33-41.
- Pérez-Folgado, M. (2014) Cambios climáticos abruptos, o las consecuencias de traspasar umbrales. *Enseñanzas de las ciencias de la Tierra*. 22 (3), 207-216.

- Renssen, H.; Goose, H.; Roche, D.; Seppä, H. (2018) The global hydroclimate response during the Younger Dryas event. *Quaternary Science Reviews*. 193, 84-97.
- Rincón, D.A. y Martínez, J.I. (2004) El evento "Younger Dryas" en el Norte de Suramérica. *Boletín de Geología*. 26 (42), 39-55.
- Sánchez Marco, A. (1986) Las aves fósiles de la Cueva (Asturias). *Estudios geológicos*. 42, 475-478.
- Sánchez Marco, A. (2003) Nuevo hallazgo de aves marinas del Pleistoceno de Fuerteventura. *Coloquios de Paleontología*. 1, 627-636.
- Silva P. G., Bardají T., Roquero E., Baena-Preysler J., Cearreta A., Rodríguez-Pascua M. A., Rosas A., Zazo C., Goy J. L. (2017) El período Cuaternario: la historia geológica de la prehistoria. *Cuaternario y Geomorfología*. 31 (3-4), 113-154.
- Tanabe, S.; Nakanishi, T.; Yasui, S. (2010). Relative sea-level change in and around the Younger Dryas inferred from late Quaternary incised-valley fills along the Japan Sea. *Quaternary Science Reviews*. 29, 3956-3971.
- Theuerkauf, M. y Joosten, H. (2012) Younger Dryas cold stage vegetation patterns of central Europe - climate, soil and relief controls. *Boreas*. 41, 391-407.
- Van Asch, N.; Kloos, M.E.; Heiri, O.; De Klerk, P.; Hoek, W.Z. (2012) The Younger Dryas cooling in Northeast Germany: summer temperatures and environmental changes in the Friedländer Große Wiese region. *Journal of Quaternary Sciences*. 27 (5), 531-543.

- Vincent, J. y Cwynar, L. (2016) A temperature reversal within the rapid Younger Dryas-Holocene warming in the North Atlantic. *Quaternary Science Reviews*. 153, 199-207.