



Draft version for this Conference use only. Do not quote without author's permission.

¿Una crisis agroclimática a finales del siglo XVII? El olivar durante el Mínimo de Maunder en la isla de Mallorca, 1645-1715.

Gabriel Jover Avellà

(Universitat de Girona)

(gabriel.jover@udg.edu)

José L. Martínez González

(Universitat de Barcelona)

(ijlmartinez.economic.history@gmail.com)

Mariano Barriendos

(Universitat de Barcelona)

(barriendos@telefonica.net)

Abstract: Este estudio se propone una primera aproximación a las crisis agroclimáticas que se produjeron en la etapa preindustrial. El estudio se centra sobre el sector olivarero de la isla de Mallorca, durante la etapa de enfriamiento del clima que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVII, durante el Mínimo de Maunder (MM), en el contexto de la Pequeña edad de hielo (LIA). El estudio pretende determinar la naturaleza de las perturbaciones climáticas y el impacto que tuvieron sobre la producción oleícola en la isla de Mallorca.



1. El impacto del Mínimo de Maunder sobre la agricultura en el Mediterráneo occidental.

Las relaciones entre las presentes alternaciones climáticas y la agricultura están siendo objeto de un creciente interés académico. El aumento de la temperatura en la tierra resultado del impacto antropogénico se está traduciendo en una enorme variabilidad climática interanual que tiene impactos muy desiguales regionalmente. En algunas regiones y latitudes la reducción de las precipitaciones puede reducir los rendimientos agrarios, estrechar el terreno de cultivo disponible y cambiar las latitudes donde es factible la práctica de los cultivos. En particular, en los últimos años la elaboración y estudio de proxies climáticas históricas se ha convertido en una necesidad estratégica para evaluar los posibles impactos del cambio climático en la agricultura (Parry, 1978). Entre los indicadores elegidos la producción y floración del olivar se ha convertido en uno de los objetos de estudio más destacados entre los agroclimatólogos.

Estas interacciones entre agricultura y clima han sido abordadas por los historiadores, y en particular la interacción entre las perturbaciones climáticas y los cultivos de subsistencia, como los cereales. Históricamente, uno de los períodos que ha suscitado un mayor interés y debate ha sido la llamada Pequeña Edad de Hielo (LIA) que se extendió aproximadamente entre 1350 y 1850 (Vries, 2014; Whitte, 2014); se ha puesto un énfasis particular en la etapa 1645-1715, período conocido como Mínimo de Maunder (MM), considerado el período más frío de la LIA (Luterbacher et alri, 2001). Diversos estudios han tratado las interacciones entre clima y agricultura para la zona agroclimática Atlántica (Parry, 1978; Overton, 1989; Hoyle, 2013; Michaelowa, 2001).

En la cuenca Mediterránea entre 1675 y 1715 se ha registrado una disminución de las temperaturas medias, aunque no tan acentuada como en la Europa Atlántica (Luterbacher et alri, 2001). Quizás el rasgo más destacado de ese período en el Mediterráneo fuesen las extremas variaciones climáticas interanuales: prologadas sequías fueron seguidas de años dominados por los temporales de lluvia, frío y nieve (Alcoforado et alri, 2000; Xoplaki, Maheras y Luterbacher, 2001; Luterbacher et alri, 2001; Camuffo, et alri, 2010; Brázdil et alri, 2010; Diodato y Bellocchi, 2011; Nicault et alri, 2008). Estos episodios climáticos afectaron desigualmente a los diferentes sectores agrícolas (Le Roy Ladurie, 1966, 1967; Goy y Le Roy Ladurie, 1972: 364-366). Algunos autores han sugerido que el impacto del cambio climático fue más severo para los cultivos leñosos, en particular para el olivar, que para los herbáceos. Las intensas oleadas de frío y nieve de los años de 1694-98 y 1705-1714 destrozaron las cosechas y las plantaciones de olivos, frutales y viñedos en diversas regiones de Francia e Italia (Le Roy Ladurie, 1969: 273; Finzi, 1986; Cazzola, 1999; Deharbe, 2007; Tomozeiu y Nerozzi, 2007). Para la península ibérica disponemos de numerosos estudios sobre el clima en el seiscientos, especialmente sobre las sequías y las inundaciones (Alberola Pla, 2014); sin embargo, disponemos de pocos estudios sobre el impacto que tuvieron esas perturbaciones sobre otros cultivos, particularmente el olivar (Font Tullot, 1988: 80-94; Alberola Pla, 2014).

Este estudio quiere presentar una primera exploración sobre las relaciones entre clima y agricultura durante la etapa 1645-1740). Nuestro objetivo último es evaluar el impacto diferencial que en esa etapa tuvieron las perturbaciones climáticas sobre la producción agraria, y en esta primera aproximación sobre el olivar. Para ello se ha escogido como ámbito de análisis una zona especializada en el cultivo del olivar: la isla de Mallorca. Ello por diversos motivos: 1) como se ha dicho el olivar fue uno de los cultivos más sensibles al enfriamiento del último tercio del siglo XVII; 2) la isla se había convertido en un precoz enclave especializado en la producción y exportación de aceite a los mercados atlánticos y los Mediterráneos; 3) las administraciones del reino de Mallorca crearon un amplio abanico de fuentes que permiten la confección de indicadores agroclimáticos y socioeconómicos para el período.

La comunicación propone una primera aproximación a estas cuestiones, por tanto tiene un carácter tentativo. El estudio se divide en los siguientes apartados. En el apartado 2 se describen los rasgos agrosociales del ámbito de estudio y se presentan las fuentes; en el 3 se discuten los indicadores sobre la evolución de la producción oleícola, y se propone un indicador sintético provisional; en el 4 se discute la fiabilidad de la información recogida en las fuentes documentales sobre las perturbaciones climáticas, y se propone una primera cronología de las pulsaciones climáticas más relevantes. Finalmente, en el 5 se ofrecen unos primeros resultados de las relaciones entre las perturbaciones climáticas y la producción olivarera. El trabajo se cierra con una discusión sobre las fuentes, los indicadores y los resultados obtenidos.

2. Las condiciones agroclimáticas de la difusión del olivar en la isla.

La isla de Mallorca está situada en el centro de la Mediterráneo Occidental, con una superficie de 3.640 Km². El clima dominante es típicamente mediterráneo. Sometida al anticiclón de las Azores entre los meses de abril y setiembre (meses de sequía y relativamente elevadas temperaturas), y a las borrascas procedentes del Nordeste en el otoño e invierno cuando se producen el grueso de las precipitaciones en la isla (600 mm anuales de media). Las irrupciones de aire frío del Nordeste en los meses de diciembre a marzo llevan frecuentes precipitaciones en forma de nieve en la sierra de Tramuntana, especialmente en enero y febrero (Romero, Guijarro et alri, 1998). Sin embargo, por efecto de su situación y la orografía de la isla, se registran enormes diferencias agroclimáticas entre las zonas del nordeste donde se extiende de sur a nordeste se ubicada la sierra de Tramuntana con altitudes medias de 500-600 mts, y picos que alcanzan más de 1.000 mts. En esta zona la pluviometría es mucho más elevada, con picos de 1.000 mm año, y nieves frecuentes en invierno. Mientras que en el llano en dirección sudeste las precipitaciones son menores hasta alcanzar los 300 mm en el extremo sudeste.

El cultivo del olivo se concentraba en las vertientes de la sierra de Tramontana donde las condiciones agroclimáticas –suelos calizos, inversión térmica para la floración y precipitaciones suficientes, 500-900 lm/año-- eran favorables para su cultivo (Bisson, 1977; Gil, Valdés, Díaz-Fernández, 2002). Desde finales del siglo XVI la expansión oleícola se había desarrollado en extensas haciendas o predios, llamadas *possessions* (Bisson, 1977; Moll y Suau, 1979; Grau y Tello, 1985). A lo largo de los siglos XVII y XVIII esta zona aportaba el 83 % de la producción total, que representaba más del 20 % del producto bruto y el 70% del valor de las exportaciones totales de la isla (Manera, 1988, 1999; Bibiloni, 1995; Juan Vidal, 1980; Jover y Manera, 2009).

El olivar se cultivaba asociado al cereal, las densidades de plantación eran muy bajas (inferiores a 40 pies/ha) y en conjunto las labores de mantenimiento (labrar, cavar pies y poda) eran muy limitadas. Por tanto el cultivo tenía un carácter extensivo (Grau y Tello, 1985). Necesariamente, estas prácticas afectaban a la fluctuación y evolución de los rendimientos pudiendo acentuar la tendencia vecera del cultivo. Esta vecería era debida a la compleja relación inversa que se establecía entre el crecimiento de la nueva rama (en la que crecían las yemas y se produciría la floración al año siguiente) y la carga de aceitunas del año (las ramas en las que se producía la floración y fructificación del año). Cuanto mayor era la cosecha menos aumentaba la rama que daría fruto al año siguiente, por tanto tras una buena cosecha era de esperar una de mediocre o pésima (Pansiot y Rebour, 1961: 19-21; Barranco et alri, 2008: 130-161). El manejo del suelo (cavar pies, labrar, abonar, etc.) y la copa (podar) podían atenuar estas oscilaciones (Alonso et alri, 2012; Infante, 2015). Aunque no conocemos si estas prácticas cambiaron entre 1650 y 1850 (Andreu, 1974; Bisson, 1977; Grau y Tello, 1984).

Por una parte, las condiciones climáticas –temperatura y pluviometría— podían favorecer o comprometer las cosechas esperadas, y por tanto acentuar la vecería del olivo. La escasez de lluvias otoño e invierno que recargaban el freático podían dificultar el proceso de crecimiento de los frutos. Además, la aridez extrema en los meses de primavera y verano cuando se producía la floración y la maduración de las aceitunas podía destruir hasta el 80 por cien de los frutos (drupas) que se habían desarrollado ese año. Por otra parte, episodios climáticos extremos, podían destruir las cosechas, como la niebla y las heladas perjudicaban el fruto, las nevadas copiosas podían destruir las ramas productivas del año (Pansiot y Rebour ;1961: 19-21; Naredo, 1980, Barranco et altri, 2008; Alonso et altri, 2012), y las heladas y el frío por debajo de ... podían acabar el árbol, como sucedió con gran parte de los olivares en el año del frío de 1956. Por tanto, los factores que podían dañar las cosechas de aceituna e incluso el bien fondo, el árbol, en el olivar eran mucho más numerosas que aquellas que podían afectar al cultivo de los cereales. Por tanto, para el análisis del olivar deberemos considerar dos tipos de factores. Por una parte, aquellos episodios coyunturales que podían ser extremadamente destructivos para las cosechas y el árbol, y también aquellos de carácter persistente, ya fuese el frío o la aridez que podían afectar a la floración y fructificación de los olivares.

3. Diezmos del aceite y escrutinios de la cosecha de aceitunas.

Las autoridades del Reino por razones diversas –fiscales, prevenir la carestía, etc.— elaboraron un importante conjunto de estimaciones anuales de las cosechas de las aceitunas desde 1684 hasta 1840. Además diversas instituciones como Sociedad Económica de Amigos del País recogieron y publicaron los precios medios anuales para la etapa 1500-1800 (Manera, 2015). Diversos autores han publicado, completado y comentado estos datos (Juan Vidal, 1980; Daviu, 1979, 1980; Suau, 1977, 1979; Jover, 1997). Las estimaciones de las cosechas eran realizadas por unos peritos nombrados en cada una de las villas (párrocos, terratenientes, campesinos, comerciantes) con el propósito de por una parte evaluar el producto decimal de la parroquia, y estimar el precio de salida de la puja en la subasta. Su fiabilidad se ha contrastado comparando esas estimaciones con los registros de exportaciones de aceite de la isla (Manera, 1988, 2001; Bibioni, 1995), con las estimaciones realizadas por organismos oficiales (SEMAP), los diezmos y los registros fiscales de la entrada de aceites en la ciudad (Jover y Manera, 2009), y finalmente con la evolución de las series de cosechas de los principales predios olivareros (Jover, 1997). Sin embargo, solamente disponemos de datos a partir de 1684, cuando se inicia la confección de este registro (Juan Vidal, 1980). Por ello, necesitaremos otra fuente para el estudio de la producción de aceite para la mayor parte del siglo XVII, las rentas decimales, y utilizaremos las estimaciones de las cosechas de las aceitunas como indicador de su fiabilidad.

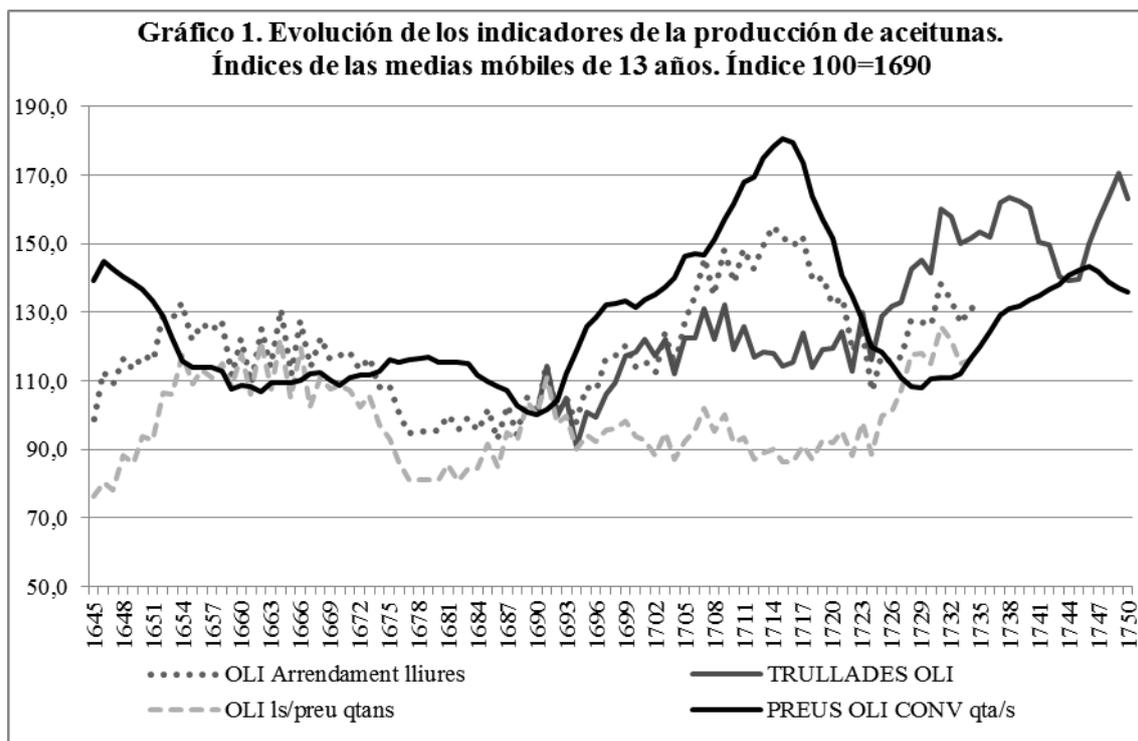
Las rentas decimales deflactadas por los precios han sido consideradas tradicionalmente una *proxy* relativamente fiable del índice del producto bruto agrario (Goy y Ladurie, 1972, 1982). En Mallorca disponemos de registros de los arrendamientos de diezmos desde la edad media hasta el siglo XIX (Juan Vidal, 1988, 1989). El diezmo del aceite representaba el 8 por cien de la producción bruta de aceite, abarcaba a todas las parroquias y se subastaba anualmente en cada uno de los distritos.¹ Para este estudio hemos utilizado los arrendamientos de los diezmos del aceite del Capítulo de Canónigos de la Catedral de la isla, porque es la serie más homogénea y continuada.² La muestra de distritos (parroquias) seleccionada es representativa de todas las zonas productoras: de la vertiente oriental de la sierra (Alaró, Bunyola, Esporles y Selva), del Raiguer (Binissalem y Marratxí), el término rural de Palma y de Llevant (Artà). En

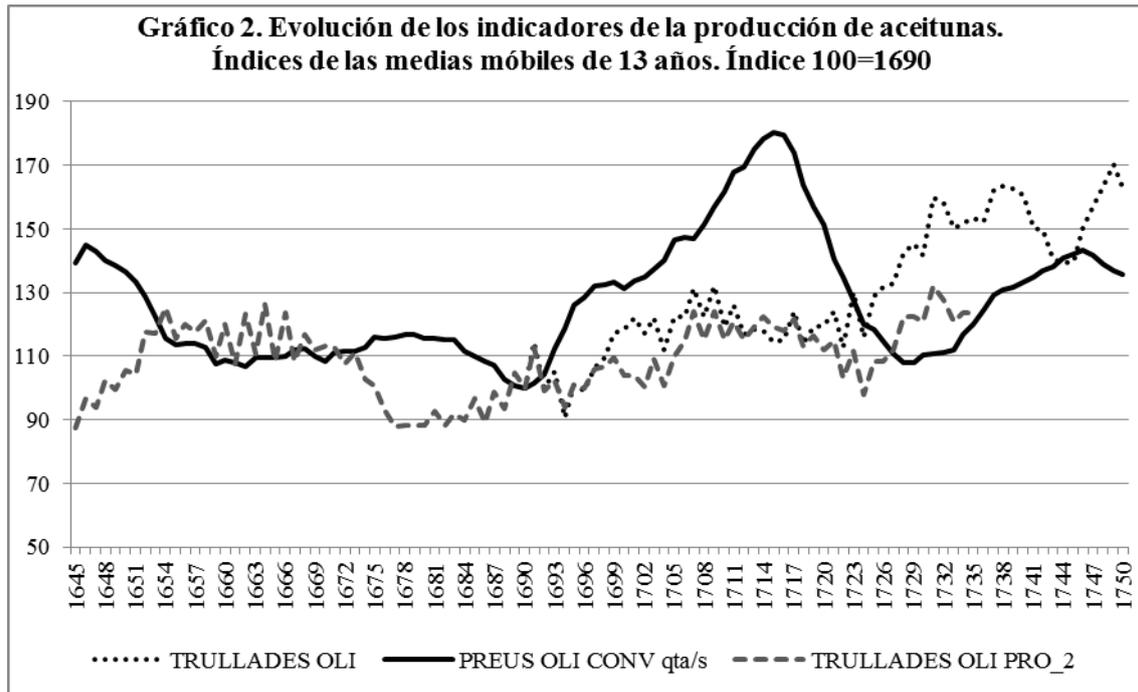
¹ Véase Romero (1983, 1989)

² Representaba aproximadamente el 25% del diezmo del aceite, y durante todo el período se arrendó anualmente y separadamente en cada parroquia (Juan Vidal, 1988, 1989a). Excepto en los años en que la cosecha era pésima y el Capítulo arrendaba su parte del diezmo para el conjunto de la isla.

torno a 1700 representaba el 53 % del producto decimal total. En general podemos decir que los arrendamientos de los diezmos proporcionan fiable información sobre lo que estaban dispuestos a pagar los agentes que negociaban con el aceite (arrendatarios, comerciantes) en función de los precios y la cosecha esperada (Feliu, 1985). Sin embargo, la fiabilidad de todas las series no es la misma, y particularmente los diezmos del aceite sufren algunos problemas. Sin bien el diezmo es un excelente indicador coyuntural, en cambio tiene problemas cuando lo utilizamos como proxy de la tendencia del producto agrario, como mostraremos a continuación (Jover y Manera, 2009).

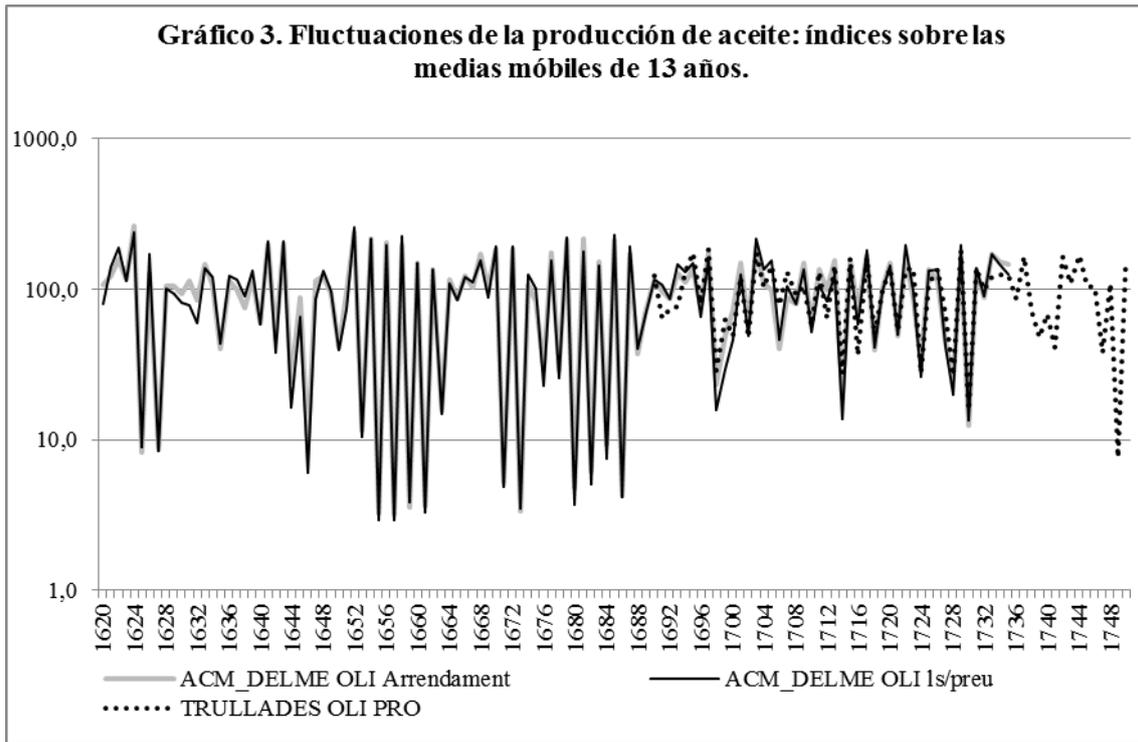
En el gráfico 1 hemos representado los tres indicadores posibles de la evolución del sector oleícola elaborados a partir del registro de cosechas y el de los arrendamientos decimales. Hemos creado tres indicadores uno de la producción bruta de aceite las cosechas de aceitunas (TRULLADES_OLI_PRO_qtans), los arrendamientos de los diezmos deflactados por los precios aceite (ACM_DELME_OLI_Is/preu_qtans) una proxy utilizada del producto bruto, y los diezmos nominales (ACM_DELME_OLI_Arrendament_lliures) como índice del ingreso bruto esperado por cosecheros y arrendatarios. Hemos convertido las tres series en números índices para homogeneizar las diversas magnitudes absolutas. Como período base hemos escogido los años 1684-96 la media móvil de 13 años de 1690, con el objetivo de enlazar las series. Hemos iniciado el estudio en 1620 pues para las fechas anteriores los datos del precio del aceite son incompletos.





En gráfico 1 muestra una cierta sincronía en la tendencia de todas las series aunque con desajustes derivados de su distinta naturaleza. Si observamos la etapa para la cual disponemos de datos completos para todas las series 1690-1735 observaremos que en los períodos inflacionarios provocados la grave crisis oleícola de los años 1694-1702 y los efectos de la Guerra de Sucesión (1705-1717) los arrendamientos decimales (ACM_DELME_OLI_Arrendament_lliures) más influenciados por la expectativa de ganancia que por la cosecha efectiva tendían a dispararse, mientras que los diezmos deflactados por los precios (ACM_DELME_OLI_Is/preu_qtans) acusaban una tendencia a por el efecto del alza de precios reducirse respecto de la serie de las cosechas de las aceitunas (TRULLADES_OLI_PRO_qtans). En los períodos deflacionarios la situación era la inversa, las series tendían a converger, y de hecho a superponerse como muestran los períodos 1646-1694 y posterior a 1717. Así pues, la relación entre precios y diezmos podría ser una primera explicación de las desviaciones de las series decimales. Otra podría ser la composición de las parroquias elegidas como muestra, que podría tender a acusar mayormente las tendencias de un crecimiento más lento de la producción en la etapa posterior a 1700 (el corazón oleícola de la vertiente oriental de la sierra), cuando esta se estaba expandiendo de forma más difusa en el conjunto de la isla.

Por tanto, de esta primera aproximación podemos concluir que los diezmos del aceite sufren un grave problema como indicador de la tendencia del producto bruto del sector, en gran medida provocado por la enorme desconexión de la producción respecto de los precios, particularmente en los períodos de intensa deflación o inflación. Volveremos sobre este punto más adelante. si miras mis comentarios finales del escrito enviado verás que digo lo mismo, los diezmos son un indicador débil Para obtener una proxy que dé continuidad a la serie de cosechas que se inicia en 1684 para la etapa anterior podemos optar por utilizar la media de los índices de los diezmos nominales y los diezmos deflactados que ocupa una posición intermedia entre ambas series (TRULLA DES_OLI_PRO_2). Esta puede ser una posible solución para reconstruir un indicador para la etapa anterior a 1684, aunque debemos tomarla con cautela como se observa en el gráfico.



El gráfico 3 muestra las fluctuaciones de los diezmos y cosechas de las aceitunas calculadas en números índices respecto de la media móvil de 13 años. Como puede apreciarse a pesar de las evoluciones diferentes que muestran las curvas en determinados períodos la simetría de la intensidad de las fluctuaciones es prácticamente completa, siendo las disparidades mínimas. Matemáticamente esta estrecha relación entre las variables queda bien establecida en un análisis de correlación de Pearson en el cuadro 1.

Cadro 1. Coeficientes de correlación de entre las diferentes proxys productivas y los precios: sobre los números índices de la serie base 100= media 1684-96.

	TRULLADES	ACM_QTA	ACM_LS	ACM_QTA	TRULLADES
	ACM_QTA	ACM_LS	PREUS	PREUS	PREUS
1620-1690*	0,99	0,96	0,13	-0,05	0,11
1690-1735	0,89	0,86	0,20	-0,19	-0,09

En el primer período 1620-1690* hemos calculado los CR de la serie de cosechas que hemos llamado Trulladas_2 (estimada como se ha indicado anteriormente), con los diezmos y los precios. El CR entre ésta proxy y los diezmos es muy elevada, así como de los de los diezmos nominales y deflactados entre sí, como era de esperar. Para el segundo período hemos utilizado la serie de cosechas (Trullades_1) puede apreciarse que los niveles de correlación entre las diversas proxys de la producción (cosechas y diezmos nominales y diezmos deflactados) se sitúa entre 0,86-0,89, por tanto es muy elevada aunque inferior al período anterior, posiblemente por el intenso efecto inflacionario y deflacionario de los precios en esta etapa.

Las disociaciones se producen con los precios del aceite, aunque tenían una relación negativa, ésta era extremadamente débil en ambos períodos y con todas las variables. Este desacoplamiento entre las series de precios con respecto a las de los diezmos y las cosechas en gran medida era debida a la evolución de los precios y a las características del aceite como *commodity*. Como hemos dicho la producción olivarera tenía un carácter vecero, como consecuencia de la biología del olivo –producción de yemas y floración en el mismo año-- a una buena cosecha generalmente le sucedía otra de mala. Además, esta vecería era acentuada por factores agroclimáticos --sequías, heladas y nevadas, y el manejo del cultivo—que podían acentuarla. Esta intensa oscilación de las cosechas provocaba que los agentes en la subasta se comportaran cíclicamente: pujaba a la baja el precio de los diezmos cuando la cosecha era mala, y al alza cuando era muy buena. De esta forma el valor de los arrendamientos del aceite acentuaba aún más el carácter vecero de las cosechas. Por otra parte la elasticidad precio respecto de la demanda del aceite era baja debido a las características del producto. El aceite era un producto que podía ser almacenado y por tanto diferir su comercialización, además tenía multitud de usos (lubricación, jabón, cosméticos, manufactureros, iluminación, etc.) entre los cuales el nutritivo no era tan importante como en otros períodos posteriores (Infante, 2012, 2015), por tanto podía colocarse en diferentes mercados cuando alguno de ellos se saturaba (alimenticio, manufacturero, etc.); por último en el caso de la isla dependía de la demanda internacional (Manera, 1988; Bibiloni, 1995).

De lo dicho podemos inferir que los arrendamientos de los diezmos son buenos indicadores de la coyuntura anual, aunque sufren desviaciones relevantes en la tendencia de la producción, apartándose por defecto en los períodos inflacionarios y por defecto en los intensamente deflacionarios.

Cuadro 2. Coeficientes de variación de las cosechas de las aceitunas, arrendamientos de diezmos y precios del aceite

	Producción	ACM_Diezmo	ACM_Diezmo	Precios
	Moliendas Aceitunas	Arrendamiento/ precio aceite	Aceite/Arrendamiento	Aceite/Mercado
	Qtans	qtans	ls	qta/s
1601-1650		*70,1	74,5	19,7
1651-1700	**74,6	77,3	77,7	20,9
1701-1750	49,8	53,1	52,6	26,3
1751-1800	56,3			32,4

* Faltan los datos de los años 1601-1613 cuando se produjeron pésimas cosechas. **: media del período 1684-1700

El cuadro 2 resume los CV para cada una de las variables por períodos de 50 años. Los CV muestran que en general las fluctuaciones de las cosechas de aceitunas fueron mucho más intensas en el siglo XVII que en el XVIII, y en segundo lugar que las fluctuaciones más intensas y frecuentes se concentraron en el llamado LMM, en la segunda mitad de la centuria. Estas fluctuaciones se moderaron durante la primera mitad del siglo XVIII, aunque aumentaron ligeramente en el último cuarto de esta centuria. En general, los elevados CV de la producción olivarera en el siglo XVIII doblaban el CV de la producción cerealista, (Jover, 2011)-, por tanto

una parte de esa elevada oscilación de las cosechas se explica por la vecería de este cultivo que alternaba la producción de yemas y frutos en una misma temporada. Sin embargo, en el siglo XVII los CV (71-77%) multiplican por 3 a los de los cereales (23-26%) La pregunta que debemos formularnos es hasta qué punto la mayor intensidad de las fluctuaciones en el siglo XVII, y en particular en la segunda mitad del siglo XVII, estuvo relacionada además de la vecería del olivar con factores climáticos.

4. Una aproximación cualitativa a las perturbaciones climáticas del período 1650-1715 a partir del *Cronicón Majoricense*.

Para la isla de Mallorca no disponemos de registros climáticos instrumentales para la etapa anterior a 1860, ni tampoco de la elaboración de *proxys* climáticas que permitan retrotraer hasta épocas pretéritas índices de temperaturas y pluviometría como las que se han elaborado para otras regiones mediterráneas (Barceló, 1998). Aunque disponemos de una monumental obra que recopila las noticias sobre episodios climáticos extraordinarios: el *Cronicón Majoricense* redactado por Álvaro Campaner y Fuertes (1888[1984]). Las fuentes de Campaner fueron por una parte las actas del *Gran i General Consell*, asamblea deliberativa del Reino de Mallorca, numerosos manuales y dietarios particulares, y las rogativas *pro-pluvian* y *pro-serenitate* solicitadas por las autoridades del Reino, los jurados de la Ciudad y Reino de Mallorca, al Capítulo de canónigos de la catedral de la isla. Las fuentes utilizadas por el autor aparecen citadas al final de cada uno de los capítulos (estructurados por siglos) en que se organiza la obra. Esta información ha sido utilizada por numerosos autores para establecer la gravedad de las crisis de subsistencias que sacudieron la isla durante los siglos XVI a XVIII (Tarrats, Gelabert y Juan Vidal, 1975; Juan Vidal, 1977, 1978; Vaquer Bennasar, 1987: 60-66; Pastor, 2001).

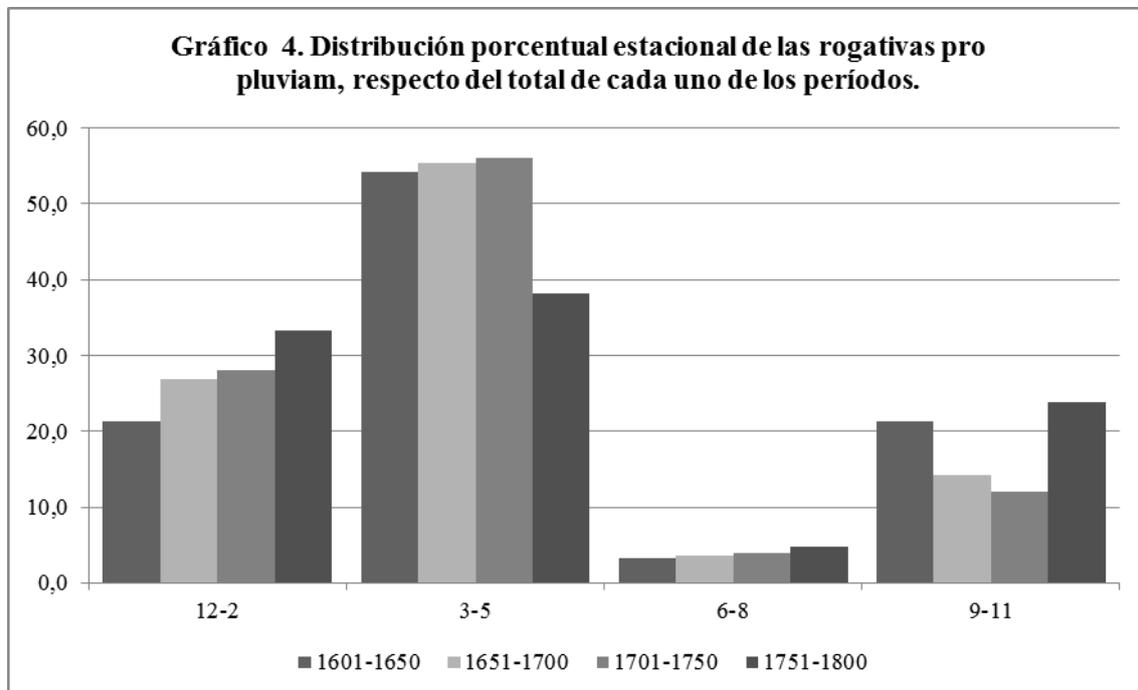
Esta fuente documental plantea numerosos problemas. En primer lugar no conocemos ni su metodología ni su nivel de sistematicidad. Por ejemplo, anota de forma sistemática las rogativas celebradas, y hasta cierto punto su nivel de gravedad, para el siglo XVII y gran parte del XVIII, y en cambio parece que su interés por esa fuente se relaja en otros períodos. Por ejemplo no hace usos de ella en el siglo XVI, o parece que faltan entradas en años críticos, como 1648-1652, y quizás para 1705-1714 cuando la Guerra de Sucesión toma el protagonismo en las entradas. Tampoco sabemos con certeza si la reducción de las rogativas en el siglo XVIII fue el resultado de un menor número de rogativas, o bien del interés del autor por otros temas. A pesar de las notables deficiencias de la fuente los autores que la han usado han destacado la estrecha relación existente entre los años de sequía extraordinaria y las crisis de subsistencias de trigo (alza de precios y descenso de la producción) de los siglos XVII y XVIII (Juan Vidal, 1978, 1999; Pastor, 2001).

Dado que no disponemos en el momento de una fuente o indicador alternativo utilizaremos en este primer ejercicio exploratorio las noticias sobre episodios climáticos extremos que recoge el *Cronicón*, y también las recogidas por Fontana Tarrats en su manuscrito. Por una parte hemos recogido el número de rogativas *pro pluvian* mensuales realizadas cada año como un índice de la persistencia y gravedad de la sequía.³ El número de rogativas anuales nos proporciona un índice absoluto de la gravedad de la sequía, no disponemos de información cualitativa para ponderar la gravedad del suceso. Las rogativas *pro serenitate* anotadas como tales eran escasas en esta fuente; estaban relacionadas con inundaciones, nevadas generales, tempestades de viento y agua que tuvieron efectos destructivos. A cada uno de estos episodios les hemos asignado el valor 1, siendo 0 la normalidad. Debemos resaltar que esta información solamente tienen un carácter aritmético, número de rogativas realizadas cada

³ Aunque las autoridades demandaban a la iglesia con frecuencia rogativas la petición no siempre era aceptada, como muestra la información recogida por Campaner (1888[1984]: 386-I).

año, por tanto obedece a criterios prácticos, y no sigue las rigurosas métricas que exigen los estudios climáticos para el uso de esos indicadores (Rodrigo y Barriandos, 2008). Esta información se recoge en los gráficos 4 y 5 y en el cuadro 3 donde aparece la información estacional y anual.

El gráfico 4 muestra la pauta estacional --invierno (diciembre a febrero, 12-2), primavera (marzo a mayo, 3-5), verano (junio a agosto, 6-8) y otoño (setiembre a noviembre, 9-11)-- de las rogativas pro-pluviam por períodos de 50 años, calculando el índice mensual respecto del anual que es 100. El gráfico muestra las rogativas se concentran en los meses de primavera cuando las lluvias eran más necesarias para el crecimiento de los cereales. Cuando la sequía era muy persistente en el otoño, y se retrasaban las lluvias necesarias tras la siembra de los cereales, también se realizaban rogativas⁴. La distribución estacional que emerge de la sistematización de la fuente es muy semejante a la obtenida por la mayor parte de estudios sobre las estacionalidad de las rogativas en el ámbito peninsular (Dominguez-Castro, García-Herrera, Ribera y Barriandos, 2010: 558). Sin embargo, en su evolución estacional se perciben algunas diferencias que cabe comentar.



La demanda de rogativas en todos los periodos se concentraba masivamente en la primavera, aunque se percibe un descenso muy acusado de las rogativas en último período (1751-1800). Por tanto, parece que en la segunda mitad del siglo XVIII disminuyeron las rogativas en los meses anteriores a la cosecha de cereales, en la primavera. En los meses de verano, caracterizados por el mayor déficit hídrico en el mediterráneo, las rogativas disminuyen. Aunque, nuevamente sorprende el leve aumento de las rogativas consignadas en el último período 1751-1800. En el otoño se puede apreciar una considerable disminución relativa de las rogativas en los tres primeros períodos, sin embargo nuevamente destaca el aumento de las rogativas en otoño de la etapa 1751-1800 que rompe con la tendencia anterior. En primer lugar en el período estudiado (1601-1800) se percibe un aumento de las rogativas en el período invernal, es especialmente destacado en el último (1751-1800). En conjunto este gráfico, con todas las incertidumbres que plantean los datos, sugiere algunos cambios a largo plazo, que solo pueden expresarse en forma interrogativa: ¿Se produjo un cambio de inviernos

⁴ En 1612 en que los jurados de la Ciudad entraron en la Catedral solicitando que se celebraran "goigs" pues la sequía era tal que no se podía sembrar (Campaner, 1888[1984: 360-I).

más húmedos a más secos entre ambos siglos? ¿Los otoños devinieron más secos en 1751-1800 respecto de 1601-1750? Por último, si la primavera había sido el período más problemático para la agricultura antes de 1750: ¿Las primaveras se volvieron menos inciertas, más húmedas, en el último período 1751-1800?

	Rogativas propluviam	Nevadas Generales	Borrascas tempestades	Inundaciones Riera (Palma)
1601-1650	61	4	6	3
1651-1700	56	5	8	1
1701-1750	25	2	0	2
1751-1800	21	4	3	3

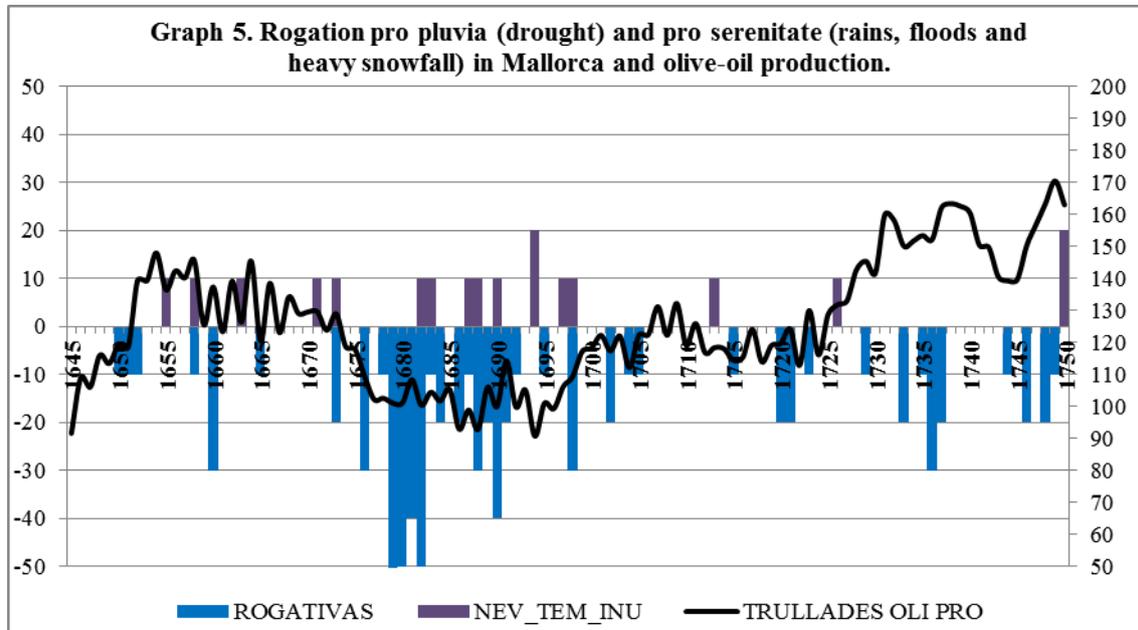
Fuente: Campaner (1888[1984]), Pastor Oliver (2001), Gual de Torrella (1747 [2012])

El cuadro 3 sistematiza el número de rogativas pro pluviam (sequía) y pro serenitate (borrascas, tempestades, nevadas generales e inundaciones de la Riera que atravesaba la Ciudad de Palma). La tabla muestra como el grueso de los registros de perturbaciones climáticas extraordinarias se concentra en el siglo XVII, mientras en el XVIII la bonanza es mayor, aunque los registros sugieren un rebrote de las perturbaciones en su segunda mitad. Aunque la incertidumbre sobre la recogida de datos por parte de Campaner ensombrece los resultados, los datos sobre los períodos de sequía en su conjunto no son muy diferentes de los recogidos por otros estudios empírica y metodológicamente más robustos (Vicente-Serrano y Cuadrat, 2007). En ellos se señala al siglo XVII, con diferentes cronologías en el suroeste, sudeste y nordeste peninsular, como la etapa en que las perturbaciones fueron más intensas. A los ciclos de sequía y frío les sucedieron otros de mayor humedad. En todos estos estudios se confirma la bonanza, estabilidad y mayor humedad en el primer tramo del XVIII (aprox. 1700-1760), y un conjunto de perturbaciones intensas de distinto signo que afectaron al último tercio de la centuria (Barriendos y Llasat, 2003).

El análisis pormenorizado de los distintos indicadores del cuadro 3 muestra lo siguiente. En la isla durante la primera mitad del siglo XVII los episodios de sequía fueron más frecuentes y quizás intensos, y se alternaron con episodios de lluvias intensas e inundaciones. En la segunda del siglo XVII, a pesar de que los episodios de sequía persistieron, dominaron los episodios relacionados con borrascas intensas (lluvias acompañadas de fuertes vientos) y nevadas generales (más episodios de frío). Las intensas fluctuaciones climáticas registradas en el XVII, particularmente las sequías, se reducen en la primera mitad del siglo XVIII. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo XVIII se multiplicaron las perturbaciones relacionadas con las lluvias intensas que provocaron inundaciones, pedriscos y copiosas nevadas que destruyeron cosechas y las ramas de los árboles.

El gráfico 5 permite afinar algo más en la cronología de esas etapas. En la parte inferior del eje de abscisas del gráfico se representan las rogativas pro-pluviam (ROGATIVAS) y en la parte superior pro-serenitate (NEV_TEM_INU). El gráfico muestra claramente las tres grandes pulsaciones climáticas que en estas centurias sacudieron la isla. Un primer ciclo de sequías abarca en dos oleadas (1598-1617 y 1626-1635) el primer tercio del siglo XVII. Las rogativas

fueron muy frecuentes en ese período y también las malas cosechas: 1602-09, 1613, 1617, 1622 y 1630-36 (Campaner, 1888[1984]: 416-420-421; Pastor Oliver, 2001: 130). Todos los estudios han coincidido en señalar que en esos años la sucesión de malas cosechas condujo a una depresión agraria y crisis demográfica que se alargaría entre 1590 y 1640 (Segura y Suau, 1984; Juan Vidal, 1990; Jover, 2011). Esta etapa se cierra con un episodio escasamente documentado en el Cronicón, quizás por los trastornos que ocasionó, que fue la combinación de la crisis de subsistencias general de 1647-48 y la peste de 1652.



El segundo ciclo de intensas perturbaciones coincide con el LMM entre 1675-1702. Durante el período 1640 a 1670 las perturbaciones remitieron, aunque fueron jalonadas por algunos episodios extremos. Los años 1655, 1658 y 1661 fueron de intensa sequía en otoño y primavera (Campaner, 1888[1984]: 416-420-421; Pastor Oliver, 2001: 130). El 14 de octubre de 1661 el administrador del predio Alfàbia anotaba “noia memoria de homens de haverlo vist tan esteril sens ningún genero de fruits de tota especia y axi per ser lo temps tan avant y no haveri una oliva”⁵. En los años 1658 y 1663 se produjeron intensas nevadas a finales de invierno (Gual de Torrella, 2010: 68-69; Campaner, 1888[1984]: 473). En el año 1671 se produjo una violenta tempestad de lluvia y 1673 fue un año muy seco (Campaner, 1888 [1984]: 474). Sin embargo, en su conjunto entre 1640 y 1675 las rogativas pro-pluvian descendieron significativamente según el cronicón (Pastor Oliver, 2001: 130), en una pequeña pausa antes de que se produjeran las perturbaciones más intensas coincidiendo con el LMM.

A partir de 1675, como en el resto del Mediterráneo, la isla fue afectada por las extremas perturbaciones. Primero por un período seco y posteriormente por unos años fríos y húmedos (Diodato y Bellochi, 2011: 592-594; Diodato, Bellochi, Bertolón y Camuffo, 2014: 206). Se registran severas sequías de 1674-75, 1679-81 y 1681-82 y 1684-85, a las que les sucedieron abundantes lluvias e inundaciones en 1683 y 1687 (Campaner, 1888 [1984]: 429-430, 433-437, 439; Gual de Torrella, 2012: 46-47, 53). Entre los años 1689 y 1692 tuvo lugar una sequía prolongada (Campaner, 1888[1984]: 443-449, 481-483; Gual de Torrella, 2010: 61 y 66), y en los años posteriores se produjeron nevadas generales en la isla: enero de 1694, febrero de 1697, considerada por los coetáneos la más intensa desde la de 1658 (Gual de Torrella, 2010: 68-69), y nuevamente en los días 20 y 27 de abril de 1698 (Gual de Torrella, 2010: 71). Sequías

⁵ La cita me la ha proporcionado Josep Villalonga, procede de la administración del predio Alfàbia.

nuevamente en los años 1698-99, 1702 y 1705 aunque de menor intensidad (Campaner, 1888 [1984]: 443-449). Nuevamente en los años de 1709 y 1713 se registran episodios de frío intenso y nieve (Campaner, 1888 [1984]: 443-449, 481-483).

A lo largo de la primera mitad del siglo XVIII los episodios de sequías disminuyeron, y se registró una intensa y general nevada en 1726 (Campaner, 1888 [1984]: 523-524). Sin embargo, entre 1744-49 se produjo una de las sequías que han dejado un mayor rastro documental (Suau, 1984). A ésta siguió un clima extremadamente cambiante, en el cual se sucedían breves e intensas sequías seguidas e inundaciones, nevadas e intensas tempestades de viento y lluvia. En 1763 una borrasca provocó una enorme destrucción en los cultivos leñosos (Campaner, 1888 [1984]). La nevada de enero de 1770 destruyó numerosas vides y afectó gravemente al arbolado. En agosto de 1775 fue el pedrisco el que destruyó parte de los viñedos y el arbolado en las poblaciones del Migjorn (Felanitx, Porreres, Ilucmajor y Campo) de la isla (Campaner, 1888 [1984]). La nevada de 1788 causó “grandes daños en el arbolado”, considerada la mayor desde 1726 (Castañer, 2003). Nuevamente la tempestad de 1794 causó daños en los árboles. La información documental es muy poco precisa, pero expresa el impacto que tuvieron aquellas perturbaciones que pueden considerarse un avance de la Perturbación Maldà en la isla (Barriendos y Llansac, 2003).

En análisis de la documentación sistematizada y los estudios de la climatología histórica sobre el mediterráneo occidental, podemos proponer una primera y provisional interpretación de la etapa 1645-1714:

1) El primer tercio del siglo XVII se caracterizó por la frecuencia y enorme intensidad de las sequías. Esta percepción concuerda con los estudios sobre la grave crisis cerealista y demográfica que se produjo en esa etapa (Segura y Suau, 1984; Juan Vidal, 1977, 1992), con frecuentes y graves crisis de subsistencias (Jover, 2011). Estos episodios de sequía recurrente guardan mayor relación con aquellos que se produjeron en el sureste peninsular (Rodrigo, Esteban-Parra, Pozo Vázquez y Castro-Diez, 1999), que no con los que tuvieron lugar en el nordeste, donde parece que en general dominaron el frío y la humedad (Barriendos, 1997, 2010).

2) En las décadas centrales del siglo se produjo una cierta mejoría del clima, quizás una mayor nivel de humedad en los años. De ello serían testimonio la reducción del número de rogativas en esos años, especialmente entre las décadas de 1640 y 1670. A partir de 1674 y hasta 1700 se suceden períodos de intensas sequías y etapas de frío intenso. Aunque la etapa de mayor frío quizás fuese entre 1690 y 1709. Los estudios sobre la explotación de la nieve muestran un aumento en el número y una disminución de la cota de los pozos de nieve (Cañellas, 2006), y un aumento de su consumo (Barceló, 1959). Esta irregularidad en las perturbaciones durante el LMM es característica del Mediterráneo (Alcoforado, De Fátima Nunes, Garcia, & Taborda, 2000; Xoplaki, Maheras, Luterbacher, 2001; Diodato y Bellochi, 2011; Diodato, 2007:422-425). Sin embargo muestra patrones distintos respecto del Nordeste peninsular. Las intensas sequías de las décadas de 1675 a 1689 fueron más propias del sur peninsular que del nordeste, donde los estudios sugieren un aumento de la pluviosidad (Barriendos, 1997).

3) Finalmente, a pesar de episodios de sequía puntuales el clima se vuelve más templado y húmedo en el primer tercio del XVIII. Esta mayor estabilidad climática coincide con los resultados de los diversos estudios sobre la temperatura y pluviometría en el Mediterráneo occidental que sugieren unas temperaturas más suaves, respecto de período crítico de 1675-1715 (Camuffo, Bertolin, Barriendos, et al. 2010; Diodato, Bellochi, Bertolin y Camuffo, 2014), un aumento de la pluviometría y una menor frecuencia de los episodios extremos de sequía (Nicault, Alleume, Brewer, Carrer, Nola y Guiot, 2008). Un período para el que los estudios sobre la producción de la isla han constatado un aumento general de la producción y del

rendimiento de los cereales (Juan Vidal, 1976, 1977; Bibiloni, 1995; Casanova 2005; Jover y Manera, 2009).

5. ¿Una crisis agroclimática del olivar en el último tercio del siglo XVII?

Si bien el gráfico 5 muestra cierta relación inversa entre los episodios climáticos extremos y la evolución de las cosechas de aceitunas, no permite establecer un nexo de causalidad clara entre ambas variables. Hasta qué punto esas intensas perturbaciones que se produjeron entre 1645-1714 caracterizadas por un descenso de la temperatura, y la sucesión de períodos secos y fríos, pudo dificultar la expansión olivarera que se había iniciado a finales del siglo XVI. Los impactos de esas perturbaciones quedaron registrados en la fluctuación de las cosechas y en la capacidad productiva de los olivares, afectaron al bien fondo que era el olivo durante la etapa 1645-1715.

Para intentar una primera aproximación al grado de explicación que las perturbaciones climáticas tuvieron sobre la producción oleícola hemos planteado un doble modelo. En el primero se intenta explicar la fluctuación de la producción oleícola únicamente a partir de las variables climáticas. En el segundo, se toma en consideración el carácter vecero del olivar. Hemos considerado el período 1684-1740 por razones de simplicidad. En ambos modelos hemos tomado como proxys climáticas las series de rogativas extraídas del Cronicon Matoricense; y las temperaturas medias europeas que proporcionan los trabajos de Xoplaki et altri (2005) y Luterbacher et altri (2004) citadas en el cuadro. Las razones por las que hemos utilizado estas series son de carácter práctico. Primero, son accesibles, en segundo lugar, están agrupadas por estaciones; tercero, la metodología de cálculo seguida por los autores y los resultados son aceptados por los climatólogos históricos, y cuarto, recogen todo el período estudiado. Obviamente, en la medida en que en el futuro dispongamos de series locales o de un área más próxima, las incorporaremos. En este ejercicio solamente utilizaremos los datos de producción más robustos, las series de cosechas de las aceitunas, prescindiendo de momento de los diezmos. En el cuadro 4 se presentan los resultados de ambos modelos.

El modelo 1[columna TRULLADES_OLI_QUART (1)] intenta verificar que el clima influyó en la producción. Las variables climáticas utilizadas explican el 35% de la producción. Debemos considerar que si tuviésemos datos climáticos locales, el grado de explicación pudiese ser más elevado. Analizando individualmente las variables podemos inferir, en primer lugar que las temperaturas de invierno afectan negativamente a la producción del mismo año, sin embargo las del año anterior muestran un signo positivo. Posiblemente, como muestran los agrónomos, los inviernos fríos eran buenos para la floración y la producción de ese año; sin embargo el signo inverso del invierno anterior sugiere que los inviernos excesivamente fríos podían afectar a las yemas que debían florecer y dar fruto al año siguiente. Este cambio en el signo del invierno anterior es inverso refleja la vecería del olivar.

Las temperaturas de verano tienen signo negativo, mientras mayores eran menores eran las cosechas esperadas de aceitunas. Como hicieron notar los coetáneos en 1661, 1671 y 1673 la aridez en verano y la falta de lluvias en setiembre generaba cosechas pésimas. Aunque, las temperaturas medias del año tienen un signo positivo, así mientras mayor era la temperatura media la probabilidad de una buena cosecha era mayor. Las temperaturas suaves en primavera y el otoño favorecían buenas cosechas en la época estudiada.

Cuadro 4. Contrastes estadísticos del impacto del clima sobre la producción oleícola, Mallorca 1684-1740.

Dependent variable	Olive production in “trullades” TRULLADES_OLI_QUART (1)	Olive production in “trullades” TRULLADES_OLI_QUART (2)
Sample size	1684-1740 (T = 57)	1684-1740 (T = 57)
Constant	1.22047e+06 (0.53982)	-476553 (0.79498)
TEMP_DJF	-204334*** (0.00065)	-183195*** (0.00063)
TEMP_DJF_1	54072.9* (0.07541)	57691.2** (0.03392)
TEMP_JJA	-380115*** (0.00491)	-280169** (0.01879)
TEMP_YEAR	718707*** (0.00068)	749957*** (0.00008)
ROGPROPLUV	92981.6*** (0.00499)	
ROGPROPLUV_1	-64887.3** (0.02819)	
PROSERENITATE_1	-22477.5*** (0.00786)	-14940.1** (0.03615)
TRULLADES_OLI_QUART_1		-0.483723*** (0.00001)
R-square adjusted	0,35	0,47
F	5,28	9,01

*= level of significance at 10%, **=level of significance at 5%, ***=level of significance at 1%. p-value between brackets.

Fuentes: ROGPROPLUV, las rogativas propluviam del año; ROGPROPLUV_1, ídem, del año anterior. ; PROSERENITATE_1, del año, datos procedentes del Cronicón Mayoricense. TRULLADES_OLI_QUART_1, la producción de aceite del año anterior

Datos de las temperaturas corresponden a una media europea, proceden de: Xoplaki, E., J. Luterbacher, H. Paeth, D. Dietrich, N. Steiner, M. Grosjean, and H. Wanner (2005) “European spring and autumn temperature variability and change of extremes over the last half millennium”, *Geophys. Res. Lett.*, 32, L15713; Luterbacher, J., D. Dietrich, E. Xoplaki, M. Grosjean, and H. Wanner (2004): “European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500”, *Journal of Climate*, 17, 303, 1499-1503. TEMP_DJF, temperaturas diciembre, enero, febrero del año. TEMP_DJF_1, ídem, pero del año anterior. TEMP_JJA, temperaturas junio, julio y agosto del año. TEMP_YEAR, temperatura media anual del año.

Los indicadores climáticos procedentes de las fuentes documentales muestran algunas semejanzas con registros climáticos anteriores. Las rogativas pro-pluviam (realizadas como se ha dicho básicamente en la primavera) del año mantienen un signo positivo con las cosechas.

Así, la escasez de lluvias no significaba necesariamente siempre un inconveniente para la producción olivarera. Las rogativas pro-pluviam del año anterior tenían un signo negativo con las cosechas, ello indica el carácter vecero del olivar. Pero quizás sugiera también, que era más decisivo para el olivar la acumulación de agua en el subsuelo que no las lluvias estacionales. Aunque, debemos considerar que posiblemente las lluvias de finales de verano o inicios del otoño (setiembre) antes de la cosecha de la aceituna que se iniciaba en octubre, debían tener su importancia. Las rogativas pro-serenitate por su parte, básicamente las nevadas o tormentas que tenían lugar en los meses de enero-marzo, por tanto después de la cosecha. En este modelo las rogativas pro-serenitate del año anterior muestran un signo negativo. Posiblemente, podemos interpretarlo como que la rotura de ramas por la carga de nieve o las heladas afectaba al crecimiento de las yemas de la cosecha del año próximo.

El modelo 2 [columna TRULLADES_OLI_QUART (2)] incluye las cosechas del año anterior para fijar de forma explícita el carácter vecero del cultivo, el resultado global es mayor, sube a casi el 50% (y digo “de forma explícita” porque en el modelo 1 ya salen indicios de vecería). Los signos y las variables se mantienen, aunque las variables más débiles (las rogativas pro-pluviam) pierden capacidad explicativa. Sin embargo, el modelo 2 es más robusto que el anterior.

6. Conclusiones

Las conclusiones de ambos modelos sugieren:

- 1) el clima jugaba un rol importante en la evolución de las cosechas del olivar, particularmente el impacto de los inviernos fríos sobre las cosechas del año siguiente, y la extrema aridez de los veranos sobre las cosechas del año.
- 2) es necesario elaborar mejores proxies de la temperatura y de la pluviometría, así como de otros indicadores de carácter fenológico (floración del olivar) que permitan determinar con más precisión como afectaban las perturbaciones climáticas a este cultivo.
- 3) también es necesario desarrollar una proxy de la producción oleícola a partir de las sereis decimales tomando
- 4) es preciso afinar en el análisis del signo y las relaciones entre los diferentes coeficientes a partir de conocimientos técnicos más precisos sobre el desarrollo del manejo del cultivo en esa época y sus características.
- 5) Por último, cabría interrogarse sobre si la mayor oscilación de las cosechas del olivar en el siglo XVII estuvieron relacionadas con el manejo del olivar, con las técnicas de cultivo. Y, hasta qué punto la atenuación de esas fluctuaciones en el siglo XVIII fueron simplemente debidas a la mejora de las condiciones climáticas o bien si hubo cambios en el manejo del suelo y el árbol que tuvieron un papel relevante en su amortiguación.

BIBLIOGRAFÍA:

- ALBEROLA PLA, A. (2014): Los Cambios Climáticos. La Pequeña Edad Del Hielo En España, Madrid, Cátedra.
- ALCOFORADO, M. J., DE FÁTIMA NUNES, M., GARCIA, J. C., & TABORDA, J. P. (2000). "Temperature and precipitation reconstruction in southern Portugal during the late Maunder Minimum (AD 1675–1715)", *The Holocene*, 10, 3, p. 333-340.
- ALONSO, A. Et altri (2012): *El olivar ecológico*. Servicio de Publicaciones, Conserjería de Agricultura y pesca, Sevilla.
- BARCELÓ I PONS, B. (1998): "Bibliografia sobre meteorologia i clima de les illes Balears", *Territoris*, 1, p. 331-401.
- BARRANCO, D. (2008): El cultivo del olivo. Mundi-Prensa Libros, 2008.
- BARRIENDOS, M. (1997): "Climatic variations in the Iberian Peninsula during the late Maunder Minimum (AD 1675-1715): an analysis of data from rogation ceremonies", *The Holocene*, 7, 1, p. 105-111.
- BARRIENDOS, M. (2010): "Les variations climatiques dans la péninsule ibérique: l'indicateur des processions (XVIe-XIXe siècle)", *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 57, 3, p. 131-159.
- BARRIENDOS, M., y LLASAT, M. C. (2003): "The case of the Maldá anomaly in the Western Mediterranean basin (AD 1760–1800): An example of a strong climatic variability" *Climatic Change* 61.1-2 (2003): 191-216.
- BIBILONI, A. (1995): El comerç exterior de Mallorca. Homes, mercats i productes d'intercanvi (1650-1720), Palma de Mallorca, Editorial El Tall.
- BISSON, J. (1977) : La terre et l'homme aux îles Baléares, Aix -en-Provence, EDISU.
- BRÁZDIL, R., DROBROVOLNÝ, LUTERBACHER, J., MOBERG, A., PFISTER, CH., WHEELER, D. Y ZURITA, E. (2010): "European climate of the past 500 years: new challenges for historical climatology", *Climatic Change*, 101, p. 7-40.
- CAMPANER, A. (1888[1984]): *Cronicón Mayoricense*, Palma de Mallorca, Luis Ripoll, Editor
- CAMUFFO, D., BERTOLIN, C., BARRIENDOS, M., DOMINGUEZ-CASTRO, F., COCHEO, C., ENZI, S., & RODRIGUEZ, R. (2010): "500-year temperature reconstruction in the Mediterranean Basin by means of documentary data and instrumental observations", *Climatic Change*, 101, 1-2, p. 169-199.
- CAÑELLAS SERRANO, N. C. (2006): "Instal•lacions per a la recollida de neu a Mallorca. Revisió bibliogràfica, *Territoris*, nº 6, pp. 67-105.
- CAZZOLA, F. (1999) "Clima e produzione agricola nell'Italia del Seicento. Qualche ipotesi per l'area padana." En *En La popolazione italiana nel Seicento, Relaciones presentate al Convegno di Firenze, 28-30 novembre 1996*. Bologna, CLUEB: pp.319-338.
- DAVIU PONS, G. (1980): "La producció d'oli a la Mallorca del segle XVIII", *L'Avenç*, 32, p.49-53.

- DEHARBE, K. (2007): "Le grand hiver de 1709 en Provence orientale: l'exemple de Grasse", *Recherches régionales Côte d'Azur et contrées limitrophes*, 48 (AVRJUN), 39-71.
- DEWALD, J. (2008): "Crisis, chronology, and the shape of European social history", *The American Historical Review*, 113, 4, p. 1031-1052.
- DIODATO, N., & BELLOCCHI, G. (2011): "Discovering the anomalously cold Mediterranean winters during the Maunder minimum" *The Holocene*, 22, 5, p. 589-596.
- Diodato, Nazzareno, et al. (2014) "Climate variability analysis of winter temperatures in the central Mediterranean since 1500 AD." *Theoretical and applied climatology* 116.1-2: 203-210.
- DOMINGUEZ-CASTRO, F., GARCÍA-HERRERA, R., RIBERA, P., Y BARRIENDOS, M. (2010): "A shift in the spatial pattern of Iberian droughts during the 17th century", *Climate of the Past*, 6, p. 553-563.
- FELIU MONTFORT, G. (1985): "El negocio de los arrendamientos de rentas señoriales: Examen de un libro de cuentas" *Revista de Historia Económica*, 3, 1, p. 1-54.
- FINZI, R. ED. (1986): *Le Meteore e il frumento: clima, agricoltura, meteorologia a Bologna nel'700*. Bologna, Il Mulino, 1986.
- FONT TULLOT, I. (1988): *Historia del clima de España. Cambios climáticos y sus causas*, Madrid, Instituto Nacional de Meteorología.
- GIL, L.; VALDÉS, C. M.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P. (2002): *La transformación histórica del paisaje forestal en las islas Baleares. Tercer Inventario Forestal Nacional, 1997-2007*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.
- GOY J. ET LE ROY LADURIE, E. EDTS. (1972): *Les fluctuations du produit de la dîme. Conjoncture décimale et domaniale de la fin du Moyen Âge au XVIIIe siècle.*(Association française des historiens économistes. Premier congrès national, Paris, 11-12 janvier 1969.). Paris, Mouton & Company, 1972.
- GRAU, E.; y TELLO, E. (1985): "Anàlisi de la producció agrària mallorquina en els seus dos aspectes fonamentals: l'oli i els cereals", *Randa*, 18, p. 45-91.
- GRIMALT GELABERT, MIQUEL (1989): *Les inundacions històriques de sa Riera*, *Treballs de Geografia*, 42, p-19-26
- GUAL DE TORRELLA TRUYOLS, M. (2010): "Llibre de notes manuscrites d'Agustí de Torrella. Olla Podrida. Palma de Mallorca, Consell de Mallorca.
- GUAL DE TORRELLA TRUYOLS, M. (2010): "Llibre de notes manuscrites d'Agustí de Torrella. Olla Podrida. Palma de Mallorca, Consell de Mallorca.
- HOYLE, R.W. (2013) *Why was there no crisis in England in the 1690s?* In: Hoyle, R.W. (ed.) *The Farmer in England, 1650-1980. Rural Worlds: Economic, Social and Cultural Histories of Agricultures and Rural Societies*. Ashgate, Farnham, pp. 69-100.
- INFANTE-AMATE, J. (2012a): "The Ecology and History of the Mediterranean Olive Grove: The Spanish Great Expansion, 1750-2000", *Rural History*, 23-2 : 161-184.

- JOVER, G. (2011): "Population, Subsistence Crisis and Agrarian Change in the Island of Majorca, 1560-1650", *Histoire & Mesure*, XXVII, p. 51-74.
- JOVER, G.; MANERA, C. (2009) "Producción y productividad agrícolas en la isla de Mallorca, 1590-1860", *Revista de Historia Económica* », *Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 27, 3, p. 463-498.
- JUAN VIDAL, J. (1978): "La evolución de la producción agrícola en Mallorca durante la Edad Moderna. Fuentes y problemas de su estudio", *Moneda y Crédito*, núm. 145.
- JUAN VIDAL, J. (1980): "La producción de aceite en Mallorca durante la Edad Moderna y su papel en la economía mallorquina", *Butlletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 832-833: 519-552.
- JUAN VIDAL, J. (1989a): "La distribución de los cultivos en la Mallorca del siglo XVI", *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana: Revista d'estudis històrics*, 45, p. 165-175
- JUAN VIDAL, J. (1989b): "Los diezmos en la diócesis de Mallorca en el siglo XVI", *Mayurqa*, 22, pp. 811-824.
- JUAN VIDAL, J. (1990): "La evolución demográfica en Mallorca bajo los Austrias", en Vicente Gonzalez Pérez, Antonio Eiras Roel, Massimo Livi-Bacci, Jordi Nadal Oller, Josep Bernabeu Mestre, Coords. *Evolución demográfica bajo los Austrias. Actas del II Congreso de la Asociación de Demografía Histórica*, Vol. 3, Alicante, Universidad de Alicante, p. 241-248
- KELLY, M; Ó GRÁDA, C. (2014) "Debating the Little Ice Age", *Journal of Interdisciplinary History* 45, p. 157-68.
- LE ROY LADURIE, E. (1966). *Les paysans de Languedoc*, 2 vols. Paris: SEVPEN, 271-80.
- LE ROY LADURIE, E. (1967). *Histoire du climat depuis l'an mil*. Paris: Flammarion.
- LE ROY LADURIE, E. (1969). *Les paysans de Languedoc*,. Paris: Flamarion.
- LUTERBACHER, J., RICKLI, R., XOPLAKI, E., TINGUELY, C., BECK, C., PFISTER, C., & WANNER, H. (2001): "The Late Maunder Minimum (1675–1715). A Key Period for Studying Decadal Scale Climatic Change in Europe", *Climatic Change*, 49, 4, p. 441-462.
- LUTERBACHER, J., D. DIETRICH, E. XOPLAKI, M. GROSJEAN, AND H. WANNER (2004): "European seasonal annual temperature variability, trends and extremes since 1500" *Science*, 303, 1499-1503.
- MANERA, C. (1988): *Comerç i capital mercantil a Mallorca, 1720-1800*, Palma de Mallorca, Ajuntament de Palma de Mallorca.
- MANERA, C. (1999) "Mallorca en el planeta mediterrani. Les principals línies d'inversió del capital comercial (1700-1900)", *Randa*, nº42, pp.81-148.
- MICHAELOWA, A. (2001): "The impact of short-term climate change on British and French agriculture and population in the first half of the 18th century", en P. D. Jones et altri, *History and Climate. Memoires of the future*, New York, Kluwer Academic, p. 201-217.

- MOLL, I.; y SUAU, J. (1979): "Senyors i pagesos a Mallorca (1718-1860/70)", *Estudis d'Història Agrària*, 2: 95-191.
- NICAULT, A., ALLEAUME, S., BREWER, S., CARRER, M., NOLA, P., & GUIOT, J. (2008): "Mediterranean drought fluctuation during the last 500 years based on tree-ring data", *Climate Dynamics*, 31, 2-3, p. 227-245.
- VERTON, M. (1989): "Weather and agricultural change in England, 1660-1739", *Agricultural history*, 77-88.
- PANSIOT, F. P. Y REBUR, H. (1961): *Mejoramiento del cultivo del olivo*, Roma, FAO.
- PARRY, M. L. (1978): *Climatic Change, Agriculture and Settlement*, Folkeston, Dawson, Archon Books.
- PASTOR OLIVER, M. (2001): "Rogatives i anyades: crisis de subsistència en els segles XVII-XVIII", *Historia de sant Joan*, Palma de Mallorca, Ajuntament de Sant Joan, p. 125-142.
- RODRIGO, F. S., & BARRIENDOS, M. (2008): "Reconstruction of seasonal and annual rainfall variability in the Iberian peninsula (16th–20th centuries) from documentary data", *Global and Planetary change*, 63, 2, p. 243-257.
- RODRIGO, F. S., & BARRIENDOS, M. (2008): "Reconstruction of seasonal and annual rainfall variability in the Iberian peninsula (16th–20th centuries) from documentary data", *Global and Planetary change*, 63, 2, p. 243-257.
- ROMERO, R, J.A. GUIJARRO^b, C. RAMIS^{a,*} and S. ALONSO^a (1998): "A 30-year (1964–1993) daily rainfall data base for the Spanish mediterranean regions: first exploratory study", *International Journal Of Climatology* 18: 541–560.
- SEGURA, A. Y SUAU, J. (1984): "Estudi de demografia mallorquina: l'evolució de la població", *Randa*, núm. 16.
- TARRATS, J. M. F., GELABERT, J. M. G.; VIDAL, J. J. (1975): *El clima de Baleares, hoy y ayer: 1450-1700*. Manuscrito (ARM).
- TOMOZEIEU, R.; NEROZZI, F. (2007): "Esiste un'evidenza climatica per l'abbandono della coltivazione dell'olivo nella collina Bolognese?", *Italian Journal of Agrometeorology*, (1), pp. 57-65.
- VAQUER BENNASAR, O. (1987): *Una sociedad de Antiguo Régimen. Felanitx i Mallorca en el siglo XVI*. Felanitx.
- VICENTE-SERRANO, S. M. (2006): "Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula." *Water Resources Management* 20.1 : 37-60.
- VRIES, J. DE (2014): "The Crisis of the Seventeenth Century: The Little Ice Age and the Mystery of the 'Great Divergence'", *Journal of Interdisciplinary History*, 44, 3, p. 369-377
- XOPLAKI, E., J. LUTERBACHER, H. PAETH, D. DIETRICH, N. STEINER, M. GROSJEAN, AND H. WANNER (2005) "European spring and autumn temperature variability and change of extremes over the last half millennium", *Geophys. Res. Lett.*, 32

XOPLAKI, E., MAHERAS, P., & LUTERBACHER, J. (2001): "Variability of climate in meridional Balkans during the periods 1675–1715 and 1780–1830 and its impact on human life", *Climatic Change*, 48, 4, p. 581-615.