

[ CLIMA Y ALMENDRO ]

## Las heladas y las lluvias: condicionantes climáticos para el almendro

**R. Socias i Company**

**J.M. Alonso**

**O. Kodad**

Unidad de Fruticultura, CITA de Aragón

Las heladas y las lluvias son dos factores climáticos que condicionan la productividad del almendro por su incidencia en dos momentos claves de su ciclo productivo: la floración y la recolección. Las heladas en la época de floración pueden disminuir significativamente e incluso anular la cosecha. Las lluvias interfieren en los procesos de la polinización y también en la cosecha. Por ello, las variedades auto-compatibles y de floración tardía resuelven algunos de los problemas causados por estos factores climáticos, mientras que una maduración temprana es igualmente beneficiosa para la recolección del almendro.



**E**l almendro es un cultivo que se caracteriza por su adaptación al clima mediterráneo, por lo que su producción comercial se limita a las zonas que presentan

este tipo de clima. Las zonas de producción tradicionales se encuentran en todos los países que bordean el mar Mediterráneo, tanto en su orilla norte como en la del sur, el Próximo

Oriente, el valle central de California, Asia Central y algunas vertientes del Himalaya. Posteriormente el cultivo se extendió y adaptó perfectamente a otras zonas con clima mediterráneo como el valle central de California, y en las últimas décadas a algunas zonas del hemisferio sur, en Chile, Argentina, Sudáfrica y más recientemente en Australia, cuya producción se ha incrementado considerablemente en los últimos años.

### [ Influencia del clima en la producción del almendro

El clima mediterráneo se caracteriza por sus inviernos templados, aunque con períodos más o menos largos de heladas, y por sus veranos secos y calurosos que suelen generar un gran estrés hídrico a los cultivos. La pluviosidad es irregular durante el año aunque suele caracterizarse por un régimen lluvioso de bajas precipitaciones durante el final del invierno, así como en el verano y a principios del otoño. La incidencia de estas lluvias estacionales suele tener un efecto negativo muy importante sobre dos etapas fundamentales del cultivo del almendro, la polinización y la recolección, así como por la incidencia de las enfermedades producidas por hongos, cuyo desarrollo se ve favorecido por las altas temperaturas y un ambiente húmedo. Las lluvias y temperaturas bajas durante la polinización, las heladas primaverales y el estrés hídrico estival son los factores ambientales que limitan la productividad del almendro.

La producción del almendro es muy variable de año en año, en función de las condiciones climáticas durante el ciclo vegetativo, como se observa en la **Tabla 1**, que resume la producción en pepita de las distin-

**Tabla 1:**

**Producción de almendra en pepita (tm) en las principales regiones productoras de España durante los últimos 10 años (CAP)**

Región	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 (previsión)
Andalucía	9.532	7.300	10.500	7.350	2.100	12.000	14.600	7.300	5.440	11.850
Murcia	7.987	8.900	11.300	8.000	2.000	8.300	11.500	6.900	6.289	11.202
Valencia	7.679	8.000	11.200	4.500	1.600	6.400	8.900	6.010	4.450	8.000
Aragón	5.402	6.600	6.700	3.600	800	5.000	6.700	5.700	5.116	10.280
Cataluña	4.793	3.600	5.100	3.460	1.400	3.693	5.000	3.413	3.071	7.102
Castilla-La Mancha	1.466	3.600	5.000	1.680	1.284	3.245	4.500	1.700	3.206	8.136
Baleares	1.277	1.400	1.800	570	2.450	2.100	2.000	2.500	2.200	880
Otras	651	700	1.050	500	500	833	720	605	898	1.556
<b>Total</b>	<b>38.787</b>	<b>40.100</b>	<b>52.650</b>	<b>29.660</b>	<b>12.134</b>	<b>41.571</b>	<b>54.100</b>	<b>34.128</b>	<b>30.670</b>	<b>59.006</b>

tas regiones españolas durante los últimos diez años, incluyendo la estimación de la presente campaña, que se espera excepcional en comparación con la media. Estos altibajos de la producción son un inconveniente para la posición de la producción española, ya que a pesar de ser España el segundo productor mundial, el mercado internacional está dominado por la producción californiana. La importancia de las distintas regiones españolas varía según los años, aunque predomina la producción andaluza, seguida por Murcia, Aragón y Valencia.

A pesar de que el almendro se ha considerado una especie adaptada a condiciones climáticas adversas, estas oscilaciones de la producción muestran lo contrario. Sin embargo, en su amplia adaptación ha jugado un papel importante la rusticidad del sistema radicular profundo y potente de los almendros francos, lo que le ha permitido colonizar una amplia gama de nichos ecológicos. Igualmente está adaptado a los inviernos suaves y a los veranos cálidos y secos, debido a sus bajas necesidades en frío que condicionan su floración temprana, su rápido crecimiento vegetativo y una fructificación precoz,

La incidencia de las lluvias estacionales propias del clima mediterráneo suele tener un efecto negativo importante sobre dos etapas fundamentales del cultivo del almendro, la polinización y la recolección

en la que predomina la producción del mayor número posible de semillas maduras sobre el tamaño del fruto. Sin embargo, una producción rentable del almendro debe eliminar en lo posible estos condicionamientos climáticos con el fin de conseguir una cosecha suficiente para cubrir los gastos de cultivo y estable a lo largo de los años. Para ello vamos a examinar cómo las heladas y las lluvias pueden incidir en la consecución de una cosecha rentable en el almendro.

### [ Las heladas y la floración tardía

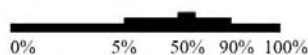
Tradicionalmente se ha considerado al almendro el primer frutal en florecer. Esta precocidad ha limitado su producción a zonas relativamente li-

bres de heladas tardías. A pesar de que la mayoría de las variedades españolas de almendro son de floración temprana o media, a lo largo de los siglos se ha producido la expansión de su cultivo desde las zonas costeras, donde los peligros de heladas son menores, hacia el interior, donde en muchas situaciones se produce la pérdida de cosecha en la mayoría de los años por la destrucción de las flores o de los pequeños frutos por las heladas. El cultivo del almendro en zonas de interior se ha incrementado notablemente en los últimos años, principalmente por la sustitución del almendro en las zonas costeras por otros cultivos en parcelas reconvertidas a regadío, o por la recalificación urbana de las mismas, motivada por la cada vez más importante expansión de las zonas urbanas y las instalaciones turísticas.

Por otra parte, el almendro es probablemente la especie con una época de floración más alargada cuando se tienen en cuenta todas sus variedades. Las variedades de floración tardía presentan el interés de que su época de floración puede transcurrir cuando ya se han superado las fechas de mayor peligro de heladas, así como en fechas con unas temperaturas



**Gráfico 1.** Fecha de floración (media de 7 años en Zaragoza) de algunas variedades de almendro.



más favorables para la polinización y la fecundación de las flores. Por ello, en los años 1960 se produjo en España la introducción de variedades de floración tardía, principalmente de la zona italiana de la Apulia, como 'Tuono' y 'Cristomorto'. A partir de 1970 tuvieron un indudable éxito las dos primeras obtenciones del programa de mejora francés de Charles Grasselly, 'Ferragnès' y 'Ferraduel', hasta que Antonio Felipe, responsable en aquellos años del programa de mejora de Zaragoza, presentó la variedad 'Guara', que se distingue por unir a su floración tardía la autocompatibilidad y una resistencia intrínseca a las heladas superior a la de las variedades de su misma época de floración. El éxito de esta variedad ha sido indudable, ya que en los últimos veinte años probablemente ha representado más del 50% de las nuevas plantaciones, lo que la convierte en la variedad vegetal que ha alcanzado los mayores niveles de éxito en la agricultura española.

El cultivo del almendro en zonas de interior se ha incrementado notablemente en los últimos años, al mismo tiempo que ha disminuido en las zonas costeras por el urbanismo o su sustitución por otros cultivos

Sin embargo, en algunas zonas del interior, 'Guara' y otras variedades de su misma época de floración (**Gráfico 1**) todavía presentan problemas de producción por la incidencia de heladas, problema agravado por el hecho ya comentado de la expansión del cultivo del almendro hacia zonas del interior. Por ello, los distintos programas de mejora españoles se han esforzado en la obtención de variedades de floración aún más tardía. Nuestro programa de mejora del CITA de Aragón hace ya más de diez años registró la variedad 'Felsia', que florece aproximadamente una semana después de 'Guara', y muy recientemente se ha registrado la variedad 'Mardía' (**Foto 1**), que probablemente es la variedad registrada de

**Tabla 2:**  
Necesidades en frío y en calor para la floración de algunas variedades de almendro

Variedad	Necesidades en frío <sup>z</sup>	Necesidades en calor <sup>y</sup>
Desmayo Largueta	428	5458
Marcona	428	6603
Belona	353	7741
Soleta	340	7872
Ferragnès	444	8051
Guara	340	8159
Felsia	329	9465
Mardía	503	10233

<sup>z</sup> Unidades de frío; <sup>y</sup> Horas-grado de crecimiento en °Celsius

floración más tardía de buena calidad comercial.

Esta nueva variedad florece como media veinte días después de 'Guara' (sobre el 25 de marzo con el 50% de flores abiertas) en la colección de referencia de Zaragoza (**Gráfico 1**). Con esta fecha de floración tan tardía, se elimina casi totalmente el riesgo de pérdidas de cosecha por heladas, como se comprobó en el año 2005, en el que hubo una pérdida general de cosecha en todas las zonas de cultivo del almendro de España. Mientras que 'Guara' perdió casi totalmente su cosecha, la producción de 'Mardía' fue completamente normal. La época de floración tan tardía de esta nueva variedad, consistente a lo largo de los años, se debe a sus muy elevadas necesidades en frío y en calor, mucho mayor que en cualquier otra variedad de almendro (**Tabla 2**). Además, 'Mardía' se caracteriza por sus buenas características agronómicas, como son un hábito de crecimiento ligeramente erecto, una maduración temprana,

una densidad floral eficiente y regular, una polinización autógama (se produce la fecundación de las flores con su propio polen), un cuajado elevado, la tolerancia a enfermedades, la cáscara dura y un tamaño de pepita medio a grande, con una calidad industrial muy elevada debido a que el contenido en ácido oleico de la pepita es muy alto, mientras que el del ácido linoleico es bajo. Igualmente se ha comprobado su buen comportamiento vegetativo en condiciones de secano, aunque evidentemente su producción se ve afectada por la falta de la suficiente dotación de agua. Por otra parte, aunque su época de maduración es temprana, es posterior a la de 'Guara', lo que puede permitir un escalonamiento de la recolección en aquellas explotaciones en las que se hayan plantado ambas variedades, lo que permite una mejor planificación de las labores de la cosecha y un mejor aprovechamiento de la maquinaria de recolección por su utilización durante un mayor período de tiempo.



Foto 1. Frutos de 'Mardía'



Foto 2. Abeja en el proceso de la polinización del almendro.

## Las lluvias y la floración

Como la mayoría de las plantaciones de almendro todavía se encuentran en secano, el agua de lluvia, principalmente en invierno y la primavera, es fundamental para poder conseguir una cosecha aceptable. Sin embargo, a pesar de los efectos beneficiosos de la lluvia, hay dos momentos en que las lluvias, como ya se ha mencionado, interfieren negativamente en la producción del almendro, especialmente en el momento de la floración.

La incidencia de períodos largos de lluvia durante la época de floración no es muy frecuente en las actuales zonas de cultivo del almendro, ya que realmente se ha producido una selección de regiones de clima mediterráneo en el que las lluvias precisamente no son dominantes en esta época. Sin embargo, sí que se presentan años especialmente lluviosos durante estos días, y la actual tendencia del cambio climático puede cambiar las épocas de lluvias frecuentes. La trascendencia de las lluvias durante la floración radica en el hecho de que la mayoría de las variedades tradicionales de almendro son autoincompatibles, por lo que requieren la polinización cruzada por el polen de otra variedad de floración simultánea, bien distribuida en la plantación, y transportado por los insectos polinizadores, fundamentalmente las abejas (Foto 2).

Sin embargo, las lluvias en el momento de la floración impiden el vuelo de las abejas y con ello la posibilidad del transporte del polen necesario para la producción de las variedades autoincompatibles. No es de extrañar, por lo tanto, que en California se haya encontrado una correlación negativa entre la cantidad de lluvia caída durante el mes de febrero (la época de floración de la mayoría de sus variedades) y el volumen de producción final del estado. Además, las lluvias en este momento pueden retrasar la dehiscencia de las anteras y la liberación del polen, así como aumentar los peligros de ataques por hongos.

A pesar de estos problemas provocados por las lluvias en el momento de la floración, el comportamiento de las variedades autocompatibles se ve mucho menos afectado que el de las variedades autoincompatibles, debido a que no dependen de las abejas para su polinización. Una elevada humedad ambiental puede afectar negativamente a la liberación del polen o aumentar la incidencia de enfermedades, pero al no existir la dependencia de la actividad de las abejas, su incidencia es mucho menor. Así, en una plantación conjunta de 'Guara' y 'Ferragnès', cuya floración es coincidente y en la que se habían colocado colmenas para la polinización, se observó que una semana de lluvias persistentes, aunque débiles, durante la floración provocó una disminución casi total de la cosecha de

'Ferragnès', mientras que en 'Guara' la producción fue casi normal.

**serrat**  
trituradoras

Trigon Evo

Agrícola con Portón

Biomass 100

Fira de Lleida  
SANT MIQUEL '09

otra forma de triturar

serrat trituradoras  
www.serrat.es

**KIRBY**  
Trituradoras de piedras

**KR PAN**  
Cabrestantes

Estas observaciones resaltan una vez más la importancia de las variedades autocompatibles en la producción del almendro, por lo que se considera un carácter imprescindible de todas las variedades registradas por el CITA de Aragón, como ya se ha comprobado por el comportamiento de plantaciones monovarietales de 'Guara' y de otras variedades de obtención posterior.

## [ Las lluvias y la recolección

Las lluvias no suelen ser muy frecuentes en la época de recolección del almendro, a finales de verano y a principios de otoño, a no ser por la ocurrencia de tormentas. Sin embargo, estas lluvias dificultan enormemente las operaciones de la recolección fundamentalmente en dos aspectos, ya que por una parte durante las lluvias no se puede realizar esta operación y por otra parte las lluvias mojan los frutos, que requieren una operación de secado adicional o más prolongada.

Las lluvias de verano pueden además afectar negativamente la recolección porque pueden producir una reactivación de la actividad vegetativa del árbol en el momento en que se pretende reducirla para prepararlo para la cosecha. Así, en las plantaciones de regadío se procede a una reducción significativa de las dosis de riego unas tres semanas antes de la recolección con el fin de reducir el flujo de savia y disminuir los posibles daños producidos por el vibrado del tronco en el momento de la recolección. Toda lluvia, por muy beneficiosa que sea, siempre representa un riego incontrolado, y en este caso, al reactivar el flujo de savia, hace más vulnerable el tronco a los posibles daños por el vibrado (**Foto 3**).

Para evitar los inconvenientes de las lluvias en el momento de la recolección también se ha considerado la estrategia de adelantar la fecha de esta operación, de la misma forma que se ha planteado retrasar la fecha de floración para evitar las heladas. Así, si se adelanta la fecha de la recolección, ésta transcurre en días más largos y más cálidos, con lo cual se puede intensificar el trabajo y al mismo tiempo se produce el secado mucho más rápido de los frutos, mien-



**Foto 3.** Vibrado del tronco durante la recolección

tras que se disminuye la posibilidad de ocurrencia de tormentas antes de la recolección.

Este aspecto del adelanto de la maduración no se había considerado hasta muy recientemente en el almendro. De hecho, una de las variedades españolas más importantes, 'Desmayo Largueta', es de maduración muy tardía, y además era la preferida en algunas zonas para proceder a su cosecha una vez terminada la vendimia en zonas en las que coincidían el almendro y la viña. Sin embargo, la introducción de una variedad como 'Guara', de maduración muy temprana, ha mostrado el interés de una recolección temprana, que debería además incentivar los canales comerciales a una comercialización también más temprana de las almendras de la nueva cosecha. 'Guara' se recoge en la primera quincena de agosto en la mayoría de las regiones, aunque su recolección se puede adelantar a finales de julio en las zonas más precoces.

El ejemplo de variedades como 'Guara' y 'Desmayo Largueta' muestra además como las épocas de floración y de maduración no están relacionadas, ya que la primera es de floración tardía y maduración temprana, mientras que lo opuesto sucede con 'Desmayo Largueta', que muestra un ciclo de reproducción muy largo. Igualmente, el escalonamiento de las maduraciones puede permitir, como

se ha indicado, una recolección sucesiva de las distintas variedades, como también se planteó con otras dos variedades del CITA de Aragón, 'Belona' y 'Soleta'. Actualmente se está considerando que el ciclo de reproducción corto y el pequeño espesor del mesocarpio del fruto (cubierta del fruto carnosa) son caracteres deseables para obtener variedades más eficientes en el aprovechamiento del agua y los nutrientes, siendo por lo tanto variedades más sostenibles desde el punto de vista medioambiental.

## [ Conclusión

Las heladas y las lluvias pueden tener unos efectos muy negativos en la producción del almendro, efectos que pueden agravarse con los cambios que actualmente presenta el clima. Sin embargo, las variedades autocompatibles y de floración tardía o muy tardía pueden representar una alternativa para contrarrestar los efectos negativos de las heladas, como ha mostrado el comportamiento de 'Guara' en muchas zonas del interior, así como el los resultados de 'Mardía' para zonas interiores de clima más continental. Así mismo, la mayoría de las nuevas variedades son de maduración temprana o media, por lo disminuyen los riesgos de las lluvias en el momento de la recolección. •