

Influencia de la temperatura en la época de floración de variedades de almendro

por M. C. TABUENCA, M. MUT y J. HERRERO

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Centro de Investigación y Desarrollo Agrario del Ebro. Zaragoza

Recibido el 29 - V - 1972

A B S T R A C T

TABUENCA, M. C.; MUT, M. y HERRERO, J., 1972. The effect of temperature on flowering date in almond varieties. *An. Aula Dei*, **11** (3-4): 378-95.

In order to study the effects of temperature on flowering date, the correlation coefficients between average maximum, mean and minimum temperatures, during 10 day periods from the 1st of October to the end of March, and the flowering dates in 38 almond varieties were calculated.

In 8 of the 16 varieties studied in Palma de Mallorca the coefficients for the correlation of peak dates of flowering with the average minimum temperature are negative during October. Since the correlations are negative, this suggests that during October above average minimum temperatures have some effect in stimulating bud development in those varieties.

The periods in which the correlation coefficients are positive are very short for the most part of the 38 varieties studied; in accordance with their short chilling requirements. Under the conditions in which this work was carried out, only six varieties remained in winter rest after the 10th of December. The 38 varieties were classified into 5 groups of increasing chilling requirements.

Thereafter the correlation coefficients became negative, which suggests that an increase in temperature is favourable, since it promotes bud development. Heat requirements in the period proceeding flowering differ according to varieties. The 38 varieties studied in this work were classified into 5 groups of increasing heat requirements.

So each almond variety has a determinate chilling requirement and a determinate heat need. Their flowering dates depend on the way in which these requirements have been fulfilled.

The varieties that have shown themselves to have early flowering dates are characterized by their low chilling and low heat requirements. Among those of late flowering dates, some have high chilling requirements and low heat needs while others, have low or medium chilling requirements and higher heat needs.

INTRODUCCION

La fecha de floración, en los árboles frutales de hoja caediza, está influenciada por las temperaturas, tanto del período de reposo invernal como de la época inmediatamente anterior a la misma. Las distintas variedades difieren en exigencias de frío durante el período de reposo, y también en necesidades de calor previas a la floración, y de cómo y cuándo han visto satisfechas estas exigencias depende principalmente la fecha de floración en distintos años y zonas.

En el presente trabajo se ha estudiado la correlación existente entre temperatura y época de floración de variedades de almendro en dos zonas españolas. Los datos de floración para la zona de Segorbe (Castellón) se han obtenido de ORERO (1971), y para la de Palma de Mallorca de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca (Memorias de 1958 a 1967).

MATERIAL Y METODOS

Las épocas de floración de variedades de almendro se han observado en dos zonas en las que el cultivo de la especie es tradicional: Palma de Mallorca y Castellón.

Los datos de floración de las 16 variedades que se estudian en Palma de Mallorca, en el período 1958-1967, proceden de una plantación regular, con 15 pies por variedad, a marco real de 7 metros, establecida en 1933 en la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, y todas ellas pueden considerarse variedades locales. Las fechas de floración plena, en cada uno de los años, se indican en el cuadro 1. (Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, 1958-1967).

Los datos de floración de las 22 variedades que se estudian en Castellón, en el período 1966-1971, proceden de una colección plantada en el invierno 1963-64, en "Masia de la Hoya", a 6 Km. de Segorbe, con el objetivo de observar, junto con variedades españolas de notable difusión, otras que, procedentes de distintos países, se han seleccionado por su calidad o floración tardía (Orero, 1971).

CUADRO 1. — *Floración plena en Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca (Memorias anuales 1958-1967 de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca).*

Variedad	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Alcina	—	—	—	20-II	26-II	14-II	28-II	25-II	18-II	15-II
Andreu	14-II	14-II	18-II	23-II	22-II	14-II	28-II	18-II	14-II	7-II
Chine	—	—	—	7-II	23-I	4-II	15-II	2-II	29-I	20-I
Durán	—	—	—	11-II	8-II	4-II	18-II	15-II	5-II	29-I
Jordi	—	—	—	—	—	7-II	17-II	10-II	5-II	24-I
Lluch	19-II	21-II	22-II	26-II	25-II	1-III	29-II	4-III	18-II	18-II
D'en Pons	5-II	25-I	1-II	10-II	7-II	7-II	22-II	8-II	7-II	29-I
Poteta	13-II	8-II	16-II	17-II	22-II	18-II	27-II	20-II	13-II	8-II
Pou de Felanitx	5-II	17-I	17-I	6-II	23-I	30-I	9-II	1-II	31-I	21-I
Rotjet	—	—	—	—	27-I	31-I	7-II	2-II	25-I	24-I
Sicilia	—	—	—	18-II	26-II	11-II	26-II	22-II	9-II	11-II
D'en Torres	7-II	23-I	28-I	8-II	29-I	4-II	17-II	8-II	29-I	31-I
D'en Totsol	16-II	22-II	19-II	20-II	28-II	14-II	20-II	22-II	13-II	11-II
Verdereta	8-II	28-I	27-I	8-II	7-II	7-II	18-II	8-II	2-II	28-II
Vinagrilla	15-II	—	16-II	20-II	1-III	23-II	27-II	22-II	14-II	16-II
Vivot	—	—	—	—	19-II	11-II	25-II	10-II	8-II	4-II

Las fechas de floración plena en cada uno de los años se indican en el cuadro 2.

Los datos de temperatura proceden, respectivamente, de las estaciones meteorológicas de Son San Juan (Palma de Mallorca) y Segorbe (Castellón), y se han recogido en los cuadros 3 y 4. El número de horas bajo 7 °C se ha calculado a partir de las temperaturas medias siguiendo las indicaciones establecidas por MOTA (1957).

Con el fin de llegar a conocer la influencia de la temperatura sobre la época de floración se han calculado los coeficientes de correlación entre las temperaturas máximas, mínimas y medias, de determinados períodos de tiempo, y las fechas de floración plena de las distintas variedades. Se han considerado períodos de tiempo de 10 días, a partir de primero de octubre hasta la fecha de floración, y al estudiar los coeficientes de correlación se tomaron temperaturas medias tanto de estos períodos como de otros mayores, formados al agrupar dos o más de aquéllos, hasta completar el período total. Esto dio origen a calcular de 350 a 500 coeficientes de correlación por variedad, dependiendo de que su floración fuese más o menos temprana. Este cálculo se hizo mediante un equipo de proceso de datos tipo I.B.M. 360/40.

Para la interpretación de los coeficientes de correlación deben hacerse algunas consideraciones. Un coeficiente de correlación ne-

CUADRO 2.—*Fecha de floración plena en Masía de la Hoya, Segorbe (Castellón). (Orero, 1971).*

<i>Variedad</i>	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Ai	15-II	3-III	15-III	16-III	25-II	19-III
Amargo	17-I	22-I	29-I	31-I	31-I	7-II
Desmayo	18-I	3-II	6-II	6-II	9-II	14-II
Desmayo Rojo	3-II	14-II	19-II	26-II	11-II	24-II
Drake	5-II	18-II	1-III	6-III	19-II	26-II
Filippo Ceo	—	—	6-III	8-III	22-II	3-III
Fourcouronne	5-II	21-II	21-II	23-II	17-II	—
Fournat	3-II	23-II	7-III	8-III	17-II	26-II
Marcona	1-II	14-II	19-II	25-II	11-II	26-II
Miagkoskolunem	—	—	16-III	16-III	25-II	6-III
Morskoi	—	3-III	18-III	20-III	6-III	19-III
Nec Plus Ultra	27-I	3-II	17-II	18-II	9-II	—
Non Pareil	5-II	15-II	9-II	26-II	17-II	3-III
Picantili	—	—	14-III	11-III	20-II	26-II
Princesa	22-I	13-II	1-III	3-III	12-II	—
Rachele	—	—	11-III	17-III	4-III	19-III
Rof	1-II	20-II	25-II	27-II	9-II	—
Tamarite 2	3-II	24-II	19-II	28-II	15-II	—
Texas	14-II	3-III	13-III	16-III	23-II	6-III
Trell	7-II	19-II	1-III	1-III	13-II	—
Verdiere	16-II	2-III	12-III	16-III	26-II	19-III
Yaltano	—	—	22-III	20-III	9-III	19-III

gativo, en una época determinada, indica que al haber un aumento de la temperatura disminuye el número de días hasta la floración y ésta es más temprana; por el contrario, si el coeficiente de correlación es positivo, indica que al aumentar la temperatura el número de días hasta floración también aumenta, retrasándose la misma como consecuencia; y puesto que los coeficientes de correlación expresan el grado en que los cambios de una variable están asociados con cambios en la otra, cuanto mayor sea la magnitud del coeficiente de correlación, y por tanto también cuanto mayor sea su nivel de significación, mayor será el grado de dependencia entre ambas variables.

Para una determinada variedad, la época en que los coeficientes de correlación son positivos y significativos coincide con su período de reposo, el cual se alarga al aumentar la temperatura. En la época en que los coeficientes de correlación son negativos y significativos, el período de reposo invernal, o bien no ha comenzado o bien ya ha finalizado, pues sólo entonces un incremento de las temperaturas trae como consecuencia su floración más temprana.

CUADRO 3.—Temperaturas máximas y mínimas medias (1958-1967) de la Estación Meteorológica de Son San Juan.

Mes	décena	temperatura	1958	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	Media
			1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	
Octubre	1	máxima	—	24,4	24,4	24,4	24,3	27,3	23,5	27,2	25,9	26,2	25,3
		mínima	—	15,0	15,1	14,0	15,8	15,9	12,0	17,8	16,6	17,9	15,6
	2	máxima	—	23,1	23,3	20,5	24,1	23,6	24,0	21,9	23,9	22,8	23,0
		mínima	—	11,6	12,3	9,5	13,8	15,6	10,7	12,6	14,1	14,4	12,7
	3	máxima	—	19,5	21,3	20,9	23,1	22,4	22,7	18,9	23,5	20,9	21,5
		mínima	—	10,5	9,8	12,4	11,5	13,0	11,2	10,2	15,0	12,4	11,8
Noviembre	1	máxima	—	20,5	19,7	19,7	19,8	19,2	21,7	19,6	21,8	18,8	20,1
		mínima	—	8,6	7,7	8,8	11,1	11,3	13,0	11,2	12,9	11,5	10,7
	2	máxima	—	16,4	20,4	18,8	17,4	15,5	21,2	20,8	19,2	15,8	18,4
		mínima	—	7,8	6,6	6,4	8,3	6,2	12,3	6,9	10,9	6,9	8,0
	3	máxima	—	17,6	19,2	19,5	19,4	15,5	17,7	18,2	16,6	15,2	17,6
		mínima	—	10,8	8,3	7,7	11,2	6,0	9,1	7,6	7,6	3,9	8,0
Diciembre	1	máxima	—	17,3	17,8	15,8	17,9	15,7	17,8	16,4	16,4	15,2	16,7
		mínima	—	9,0	6,0	4,9	8,0	2,9	8,4	6,5	9,5	6,8	6,9
	2	máxima	—	16,8	16,2	12,5	16,7	14,4	13,1	14,8	17,0	16,7	15,3
		mínima	—	11,0	3,4	2,7	3,5	6,4	5,2	8,3	6,6	5,8	5,9
	3	máxima	—	16,1	19,9	13,0	16,8	12,4	13,8	13,2	15,5	15,6	15,1
		mínima	—	6,2	8,3	3,5	8,3	4,9	6,0	5,5	7,9	4,0	6,1
Enero	1	máxima	15,4	15,1	17,2	14,5	16,8	16,8	14,7	12,6	16,2	13,6	15,3
		mínima	2,7	5,4	3,8	5,4	7,1	8,4	4,1	5,2	5,8	5,5	5,3
	2	máxima	13,8	13,6	11,5	13,4	16,8	12,8	16,4	14,0	14,2	13,9	14,0
		mínima	8,0	4,3	1,7	3,6	9,3	4,2	4,1	6,1	7,0	2,8	5,1
	3	máxima	13,3	15,1	15,6	13,6	15,8	10,7	13,7	15,6	17,3	16,5	14,7
		mínima	6,1	4,0	5,8	2,9	4,1	1,2	1,6	6,8	9,9	5,0	4,7
Febrero	1	máxima	16,1	14,3	14,0	17,8	14,2	12,3	14,9	12,8	18,0	14,1	14,8
		mínima	4,8	6,3	3,0	6,8	2,3	2,1	4,2	3,0	8,4	5,2	4,6
	2	máxima	17,8	14,8	15,4	16,3	15,3	15,2	15,7	11,4	17,5	14,8	15,4
		mínima	8,0	2,2	4,9	2,7	4,6	8,1	5,4	1,5	9,6	7,6	5,5
	3	máxima	14,8	16,8	18,8	18,1	15,1	12,3	17,5	14,5	17,5	15,5	16,1
		mínima	2,4	4,5	3,4	6,6	5,3	3,0	7,1	3,4	7,6	5,4	4,9
Marzo	1	máxima	14,1	17,8	18,7	17,5	16,8	14,6	14,5	13,8	15,4	18,3	16,1
		mínima	4,0	8,9	6,4	3,0	6,6	3,6	5,5	5,8	4,4	9,9	5,8
	2	máxima	17,9	16,3	17,5	17,8	14,1	17,9	18,6	16,2	15,5	17,8	17,0
		mínima	7,0	4,6	6,6	4,4	5,4	8,2	7,1	7,1	4,1	5,1	6,0
	3	máxima	19,1	18,5	18,0	18,3	16,9	14,9	17,9	20,5	17,5	17,9	17,9
		mínima	10,2	7,4	7,1	4,7	6,9	5,6	8,6	6,1	6,8	6,6	7,0

Así, el signo que toma el coeficiente de correlación en distintas épocas, para cada una de las variedades, servirá de indicación de las exigencias en frío invernal y en calor, previas a la floración de las mismas.

CUADRO 4.—Temperaturas máximas y mínimas medias (1965-1971) de la Estación Meteorológica de Segorbe.

Mes	decena	temperatura	1965	1966	1967	1968	1969	1970	Media
			1966	1967	1968	1969	1970	1971	
Octubre	1	máxima	22,1	22,3	25,0	24,2	19,7	24,2	22,9
		mínima	11,8	14,4	14,5	15,0	14,1	14,0	14,0
	2	máxima	22,0	20,7	25,4	23,6	19,6	20,4	21,9
		mínima	12,0	11,9	14,5	15,3	12,9	12,1	13,1
	3	máxima	21,2	18,5	19,8	22,1	19,6	17,7	19,8
		mínima	10,6	8,5	12,3	14,3	11,1	7,3	10,7
Noviembre	1	máxima	20,6	13,8	15,7	17,0	18,4	20,6	17,7
		mínima	9,7	6,6	7,7	10,4	9,3	10,2	9,0
	2	máxima	17,6	14,6	17,0	16,4	14,5	17,5	16,3
		mínima	7,8	4,4	10,2	8,9	7,1	8,7	7,8
	3	máxima	15,4	14,0	13,5	15,4	10,1	16,8	14,2
		mínima	3,5	3,9	9,7	9,9	2,8	7,7	6,2
Diciembre	1	máxima	17,1	16,1	14,2	12,9	12,3	13,8	14,4
		mínima	7,4	6,2	5,9	9,3	4,3	4,1	6,2
	2	máxima	17,0	16,4	8,7	12,6	12,6	12,7	13,3
		mínima	5,9	5,2	-0,2	7,4	4,8	3,7	4,5
	3	máxima	16,9	16,5	13,0	13,9	10,8	7,4	13,1
		mínima	4,5	2,7	4,6	6,3	3,9	-1,2	3,5
Enero	1	máxima	15,3	14,1	14,4	9,3	11,9	10,1	12,5
		mínima	3,5	1,5	7,0	1,4	3,6	-0,6	2,7
	2	máxima	12,8	10,4	14,5	13,8	13,6	13,0	13,0
		mínima	4,9	1,2	4,7	6,2	6,3	4,6	4,6
	3	máxima	17,1	15,3	12,6	12,2	13,2	13,8	14,0
		mínima	6,0	4,5	3,5	5,5	5,8	5,9	5,2
Febrero	1	máxima	16,8	11,1	12,6	8,6	13,9	13,1	12,7
		mínima	7,2	2,5	4,3	1,2	6,3	3,0	4,1
	2	máxima	16,0	10,5	15,0	10,7	14,1	15,2	13,6
		mínima	8,0	3,4	6,3	1,8	5,4	5,4	5,0
	3	máxima	16,6	21,9	12,6	12,6	15,0	17,6	16,0
		mínima	5,6	7,9	4,6	4,5	6,6	5,8	5,8
Marzo	1	máxima	16,6	17,3	9,7	11,9	11,5	9,2	12,7
		mínima	4,2	7,1	2,6	5,7	2,4	0,3	3,7
	2	máxima	18,8	18,3	15,6	17,8	15,2	13,9	16,6
		mínima	5,1	6,8	5,0	10,5	4,4	4,6	6,1
	3	máxima	20,2	19,3	16,8	13,5	18,4	13,7	17,0
		mínima	6,1	6,8	7,3	4,8	5,7	5,1	6,0

RESULTADOS

Período previo a la entrada en reposo invernal

En algunos períodos comprendidos entre 1 de octubre y 10 de noviembre, los coeficientes de correlación entre fecha de floración plena y temperatura mínima, en 8 de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca, son negativos y significativos a distintos niveles; así ocurre para las variedades: Durán, Andreu (nivel 0,05), Chine y Alcina (nivel 0,1) en el período 1-31 de octubre; para Sicilia (nivel 0,05) y D'en Totsol (nivel 0,1) en el período 10-31 de octubre, y para Rotjet y Vivot (nivel 0,05) en el período 1 octubre-10 noviembre.

Con temperaturas medias son también negativos en el período 1-20 octubre en las variedades: Andreu y Vivot (nivel 0,05); y en el período 1-31 de octubre en Durán, Rotjet y Sicilia (nivel 0,1).

Las otras ocho variedades consideradas en Palma de Mallorca y las 22 estudiadas en Segorbe (Castellón) no tienen coeficientes de correlación negativos y significativos (nivel 0,1), entre floración y temperatura, en esta época del año, y algunas de ellas los tienen ya positivos y significativos a distintos niveles, poniéndose así de manifiesto que su período de reposo ha comenzado.

Estos hechos pueden interpretarse, o bien considerando que las variedades estudiadas en ambas localidades tienen características diferentes, o bien que las condiciones climáticas de Palma de Mallorca, temperaturas algo más altas, son más favorables que las de Segorbe para que las primeras fases de crecimiento de las yemas de flor se prolonguen en esta época previa a la entrada en reposo invernal, la que podría tener lugar en distintas fechas, según variedades y zonas.

Período de reposo invernal

El fin del período de reposo ha tenido lugar igualmente en distintas fechas según variedades, mostrando con ello sus mayores o menores exigencias en frío invernal, según se deduce de tener en cuenta cuál ha sido la última decena en que ha habido un coeficiente de correlación positivo y significativo y cuál ha sido la primera con coeficiente de correlación negativo y también significativo. Los niveles de significación considerados han sido 0,01 y 0,05,

según variedades, excepto en Poteta, en que sólo son significativos a nivel 0,1.

Las variedades menos exigentes en frío invernal, según estas consideraciones, son: Pou de Felanitx, D'en Torres, Verdereta, D'en Pons y Lluch, todas ellas variedades locales en Mallorca, pues parecen haber salido ya del reposo a final de noviembre, cuando como media de los años estudiados había habido 101 horas bajo 7 °C, oscilando según los años entre 38 y 146.

Entre las variedades locales de Palma de Mallorca se han clasificado como poco exigentes en frío: Rotjet, Chine, Jordi, Durán, Vivot, Andreu, Poteta, D'en Totsol y Sicilia, ya que mostraron, alguno de los años, retraso en floración achacable a falta de frío invernal, cuando el número de horas bajo 7 °C acumuladas hasta el 10 de diciembre alcanzó una media de 151 horas, oscilando entre 75 y 211 según los años. Además los coeficientes de correlación fueron negativos y significativos (niveles 0,01 y 0,05 según variedades) a partir de la segunda decena de diciembre.

De las 22 variedades existentes en la colección ubicada en Segorbe, 14 tienen unas exigencias de frío similares a las anteriores. Son las españolas: Amargo, Desmayo, Desmayo Rojo, Marcona, Princesa, Rof y Tamarite-2; las de procedencia francesa: Ai, Fourcouronne, Fournat y Verdiere; y las de procedencia norteamericana: Drake, Nec Plus Ultra y Non Pareil; todas ellas parece habían terminado su período de reposo a final de noviembre, habiéndose acumulado hasta entonces una media de 169 horas bajo 7 °C, oscilando según los años entre 116 y 253. En estas condiciones, en los años en que hizo menos frío hasta ese momento tuvieron ligeros retrasos en floración. En un trabajo anterior (TABUENCA, 1972) las necesidades de frío invernal de las variedades Desmayo y Desmayo Rojo se cifraban en unas 178 horas bajo 7 °C.

Algo más exigentes en frío que las variedades reunidas en los dos grupos anteriores parecen: la variedad española Trelle, la italiana Rachele, la rusa Morskoi y la norteamericana Texas, observadas en la colección de Segorbe, ya que habían salido del reposo después de la primera decena de diciembre, con 233 horas bajo 7 °C, como media, hasta esta fecha, y oscilando entre 172 y 309 según los años. Con estas condiciones climáticas hubo retraso en floración tras los inviernos más templados. Al cifrar las necesidades de frío

invernal en un estudio anterior (TABUENCA, 1972) Trelle mostró unas exigencias de unas 219 horas bajo 7 °C, y Texas de unas 284.

Dos de las variedades observadas en la Estación Experimental de Palma de Mallorca: Alcina y Vinagrilla, y la variedad de procedencia italiana Filippo Ceo en la colección de Segorbe, parecen tener unas exigencias relativamente altas de frío invernal; las dos primeras salieron del reposo hacia el 20 de enero, habiéndose acumulado como media 408 horas bajo 7 °C (oscilando, según los años, entre 304 y 508), y mostraron algún retraso en la floración los años en que hubo menor número de horas bajo 7 °C hasta esa fecha. Filippo Ceo salió del reposo una decena antes, pero hasta entonces en Segorbe se habían acumulado una media de 483 horas bajo 7 °C (oscilando, según los años, entre 373 y 558). Filippo Ceo presentó también, como las variedades anteriormente citadas, retraso en floración tras los años más templados.

Las variedades con más altas exigencias de frío se encontraron entre las de la colección de Segorbe, y son: Picantili, de procedencia italiana, y Miagkoskolunem y Yaltano, de procedencia rusa. Estas tres variedades salieron del reposo, respectivamente, después de la segunda y tercera decena de enero y de la primera de febrero. Hasta la primera de dichas fechas se habían acumulado como media 561 horas bajo 7 °C (oscilando según los años entre 450 y 636); hasta fin de enero había habido 631 horas bajo 7 °C (oscilando entre 502 y 704), y hasta el 10 de febrero había habido una media de 713 horas bajo 7 °C (oscilando entre 550 y 798, según los años). Tanto Picantili como Migkoskolunem y Yaltano, mostraron retrasos en floración con respecto a los inviernos más fríos tras los inviernos más templados.

En el cuadro 6 se han agrupado las variedades estudiadas según sus exigencias de frío invernal.

Período comprendido entre el fin del reposo invernal y la floración

Las consideraciones anteriores han permitido establecer cinco grupos de variedades, atendiendo a sus necesidades de frío invernal, pero dentro de cada uno de estos grupos existen variedades con distintas exigencias de calor en la época inmediatamente anterior a la floración.

Para cifrar de alguna manera estas exigencias de calor, se ha contado número de días desde salida del reposo hasta floración

plena en cada una de las variedades, y se han tenido en cuenta las temperaturas habidas en esos días. La suma de temperaturas máximas y la suma de temperaturas mínimas de esos períodos de tiempo, han proporcionado dos integrales térmicas, que pueden dar una indicación de las mayores o menores exigencias de calor de las variedades, aun cuando se considera que las integrales así calculadas no son el mejor índice de las necesidades de calor (TABUENCA y HERRERO, 1966; TABUENCA, 1968; 1972; y JADROV, 1969).

Según las exigencias de calor se han hecho arbitrariamente cinco grupos de variedades. Los criterios que han servido para clasificarlas se indican en el cuadro 5.

CUADRO 5.— *Límites entre los que varía la suma de temperaturas máximas y la suma de temperaturas mínimas, desde salida del reposo hasta floración plena, en cada grupo de exigencias calor.*

<i>Exigencias calor</i>	<i>Suma temperaturas máximas</i>	<i>Suma temperaturas mínimas</i>
Muy pocas	470 - 572	152 - 202
Pocas	697 - 790	255 - 307
Medias	858 - 945	282 - 372
Altas	981 - 1.078	371 - 413
Muy altas	1.104 - 1.331	373 - 513

Las variedades con muy pocas exigencias de calor son: Alcina, Vinagrilla, Miagkoskolunem, Yaltano y Picantili; las dos primeras tienen exigencias altas de frío invernal y muy altas las otras tres.

Poco exigentes en calor son: Amargo, Rotjet y Chine, que tienen pocas necesidades de frío, y Filippo Ceo, que por el contrario, las tiene altas.

Exigencias medias de calor tienen: Pou Felanitx, de muy pocas necesidades de frío invernal; Desmayo, Jordi, Durán y Nec Plus Ultra, de pocas necesidades de frío; y Trel, de necesidades medias.

Exigencias elevadas de calor tienen: D'en Torres, Verdereta, D'en Pons, Vivot, Andreu, Poteta, D'en Totsol y Sicilia, observadas en Palma de Mallorca, de las cuales tienen muy pocas necesidades de frío invernal las tres primeras y pocas las restantes; y Marcona, Desmayo Rojo, Princesa, Rof, Non Pareil, Fourcourenne, Tamari-te-2 y Texas, observadas en Segorbe, todas de pocas necesidades de frío invernal excepto la última que tiene exigencias medias.

Entre las variedades con muy altas exigencias de calor están: Lluch, de muy pocas necesidades de frío; Drake, Fournat, Verdiere y Ai, de pocas exigencias de frío; y Rachele y Morskoi, de necesidades medias.

En el cuadro 6 se indican para cada variedad las exigencias de calor en este período.

CUADRO 6.— *Epoca de floración plena, media de los años que se indican, de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca y de las 22 observadas en Segorbe, con indicación de sus necesidades de frío durante el período de reposo invernal y de las exigencias de calor en el período previo a la floración.*

Exigencias frío	Variedad	Exigencias calor					Floración		
		muy pocas	pocas	medias	altas	muy altas	localidad	media años	fecha plena
muy pocas	Pou Felanitx			X			PM	1962-67	30-I
	D'en Torres				X		PM	1962-67	4-II
	Verdereta				X		PM	1962-67	7-II
	D'en Pons				X		PM	1962-67	8-II
	Lluch					X	PM	1962-67	25-II
pocas	Amargo		X				S	1966-70	26-I
	Rotjet (1)		X				PM	1962-67	30-I
	Chine (1)		X				PM	1962-67	31-I
	Desmayo			X			S	1966-70	2-II
	Jordi			X			PM	1962-67	6-II
	Duran (1)			X			PM	1962-67	8-II
	Nec Plus Ultra			X			S	1966-70	9-II
	Vivot (1)				X		PM	1962-67	13-II
	Marcona				X		S	1966-70	14-II
	Desmayo Rojo				X		S	1966-70	15-II
	Princesa				X		S	1966-70	15-II
	Rof				X		S	1966-70	16-II
	Non Pareil				X		S	1966-70	16-II
	Andréu (1)				X		PM	1962-67	17-II
	Fourcouronne				X		S	1966-70	17-II
	Poteta				X		PM	1962-67	18-II
	D'en Totsol (1)				X		PM	1962-67	18-II
	Sicilia (1)				X		PM	1962-67	18-II
	Tamarite-2				X		S	1966-70	18-II
	Drake					X	S	1966-70	21-II
	Fournat					X	S	1966-70	23-II
	Verdiere					X	S	1968-71	11-III
Ai					X	S	1968-71	12-III	
medias	Trell			X			S	1966-70	19-II
	Texas				X		S	1966-70	7-III
	Rachele					X	S	1968-71	13-III
	Morskoi					X	S	1968-71	16-III
altas	Alcina (1)	X					PM	1962-67	21-II
	Vinagrilla	X					PM	1962-67	22-II
	Filippo Ceo		X				S	1968-71	3-III
muy altas (2)	Miagkoskolunem	X					S	1968-71	9-III
	Yaltano	X					S	1968-71	17-III
	Picantili	X					S	1968-71	3-III

- (1) Variedades en que la floración se adelanta tras un mes de octubre con temperaturas mínimas altas.
 (2) Las tres variedades de este grupo muestran entre sí notables diferencias en exigencias frío invernal, siendo la más exigente Yaltano, y la menos, Picantili.

Fechas de floración

En el cuadro 6 se recogen para cada variedad: la época de floración plena media de los años que se indican, la zona en que ha sido observada y el grupo en que, según sus necesidades de frío invernal y según sus exigencias de calor, se han clasificado; también se indica si adelanta la floración al aumentar las temperaturas mínimas de octubre.

En este cuadro se han ordenado las variedades dentro de cada grupo de necesidades de frío, según exigencias térmicas crecientes, teniendo en cuenta para ello la suma de temperaturas máximas, puesto que para la mayoría de las variedades la fecha de floración está más ligada en esta época a variaciones de temperatura máxima que a variaciones de temperatura mínima, ya que los coeficientes de correlación entre fecha de floración y temperatura máxima son los de mayor valor absoluto. No obstante, en algunas variedades de floración tardía, toman mayor valor absoluto los coeficientes de correlación entre fecha de floración y temperatura mínima.

Las variedades de floración temprana se caracterizan por sus pocas necesidades tanto de frío como de calor. Entre las de floración tardía unas tienen necesidades altas de frío y pocas de calor, y otras tienen exigencias escasas o medias de frío y altas de calor.

De las tres variedades que como media tienen la floración más tardía en Palma de Mallorca, Lluch tiene muy pocas necesidades de frío invernal, pero tiene unas exigencias de calor superiores a las de todas las otras variedades, y Alcina y Vinagrilla, que tienen altas necesidades de frío, tienen muy pocas de calor. Esto explica que Alcina y Vinagrilla retrasen su floración con respecto a Lluch en 1962, que es precisamente el año en que menos horas bajo 7 °C se habían acumulado hasta el 20 de enero, fecha en que, como media, estas dos variedades salen del reposo, mientras que el resto de los años ambas variedades florecen antes que Lluch.

Entre las variedades de floración tardía en Segorbe, Yaltano y Miagkoskolunem tienen muy altas exigencias de frío invernal, pero muy pocas de calor; Texas, Rachele y Morskoi tienen exigencias medias de frío y altas de calor la primera y muy altas las otras dos; por último, Verdiere y Ai tienen pocas necesidades de frío y muy altas de calor.

Verdiere y Ai florecen al mismo tiempo que Morskoi en 1967, año en que hasta la época en que esta última variedad sale del re-

poso es el más frío, pero son de floración más temprana otros años.

Las dos variedades de procedencia italiana, Filippo Ceo y Picantili, florecen como media en la misma fecha, pero Picantili adelanta la floración con respecto a la de Filippo Ceo los dos años más fríos y la retrasa los dos inviernos más templados; esto puede explicarse por las mayores exigencias de frío de Picantili con respecto a aquélla.

DISCUSION

De los resultados expuestos se deduce, que la temperatura de distintas épocas del año, tiene una marcada influencia en la fecha de floración de variedades de almendro.

Algunas de las variedades observadas en Palma de Mallorca, adelantan su floración por un aumento de las temperaturas mínimas y medias en octubre. Al no haberse estudiado la influencia de la temperatura de los meses anteriores, se desconoce si podría haber una acción similar, aunque en fechas más tempranas, para las otras variedades observadas en esta misma localidad o en las variedades consideradas en Segorbe, las cuales parecen haber entrado en reposo más pronto, puesto que tienen coeficientes de correlación positivos ya en el mes de octubre.

Gardner, Bradford y Hooker (1939) recogen las observaciones realizadas por Magness (1916), quien aprecia cómo una misma variedad de manzano, un año tenía ya los óvulos formados en el mes de noviembre, mientras que al año siguiente todavía no se había alcanzado dicho estado en diciembre; como consecuencia de esto la floración fue aproximadamente una semana más tardía que en el primero de los años, y comenta, que algunos factores que actúan a final de verano y durante el otoño, aceleran o retardan el desarrollo de las yemas de flor tanto como los que actúan en primavera.

FULFORD (1965) indica que las temperaturas pueden retrasar la diferenciación de las yemas de flor, de manera que en ocasiones el desarrollo sea incompleto antes de que las yemas entren en reposo; pero además considera que un período templado después de la diferenciación de las yemas de flor favorece el desarrollo de las mismas. JABLONSKIJ (1969), al estudiar la variación en materia seca de

las yemas de flor, en variedades de almendro, observa un período de rápido incremento en la época anterior al reposo. BROWN (1957), en un estudio de la influencia de la temperatura en la época de floración de albaricoquero, encuentra que las temperaturas favorables para el crecimiento, desde final de mayo hasta mitad de octubre, tienen un efecto estimulante en el desarrollo de las yemas de flor, promoviendo una floración más temprana al año siguiente. Los primeros signos de diferenciación de las yemas de flor en albaricoqueros son detectables a mitad de agosto y los distintos órganos continúan desarrollándose en las semanas siguientes, pudiéndose observar los pistilos bien formados y las anteras hacia mitad de octubre, y concluye diciendo que este tipo de desarrollo de las yemas debe de ser promovido por las temperaturas favorables para el crecimiento durante el final del verano.

La duración del período de reposo invernal es muy breve para la mayoría de las variedades de almendro; 14 de las 16 observadas en Palma de Mallorca y 18 de las 22 de la colección ubicada en Segorbe, salen del reposo, como media de los años estudiados, antes de comenzar la segunda decena de diciembre, y tras haberse acumulado un número de horas bajo 7°C inferior a 200 en la primera de las localidades, e inferior a 300 en la segunda.

Este hecho también se comprueba, en el estudio de las necesidades de frío invernal de variedades de almendro realizado en Zaragoza, donde de 68 variedades o clones tenidos por diferentes, solamente seis tuvieron necesidades de frío invernal superiores a 350 horas bajo 7°C , mientras que alguna de las variedades había salido ya del reposo invernal el 10 de noviembre de 1971 tras haber transcurrido sólo 90 horas por debajo de 7°C (TABUENCA, 1972).

BROWN (1952) y CROSSA-RAYNAUD (1955) consideran que el almendro tiene requerimientos de frío menores que los de otras especies de hoja caediza e indican que suelen ser inafectados aún por los inviernos más templados de California y Túnez.

Una vez que el árbol frutal ha satisfecho sus necesidades de frío invernal, se encuentra ya en disposición de que sus yemas de flor comiencen a crecer activamente si las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento; para ello basta con que las temperaturas diurnas sean moderadamente elevadas, aun cuando las temperaturas mínimas sean relativamente bajas (TABUENCA, 1972).

Las variedades con un período de reposo corto son capaces de

comenzar a crecer muy pronto, y si a pocas necesidades de frío invernal unen unas exigencias de calor moderadas, que se satisfacen con rapidez, florecen en fechas muy tempranas, y es lo que ocurre con gran número de variedades de almendro.

Conforme las exigencias de calor aumentan, para unas mismas necesidades de frío invernal, la floración es más tardía. Teóricamente las floraciones más tardías corresponderían a aquellas variedades que, siendo exigentes en frío invernal, fuesen también exigentes en calor, pero ninguna de las variedades aquí estudiadas cumple estas dos condiciones simultáneamente.

Las anteriores consideraciones permiten conocer cómo las temperaturas pueden determinar la más temprana o más tardía floración de las distintas variedades en diferentes años y zonas, dependiendo de las exigencias de las mismas en frío y en calor. El conocimiento de estas exigencias puede servir de referencia en un posible programa de hibridaciones, que tenga como objetivo obtener variedades de floración tardía, para zonas de unas determinadas condiciones climáticas.

RESUMEN

Se estudia la influencia de la temperatura en la época de floración de variedades de almendro, en dos colecciones ubicadas, respectivamente, en Palma de Mallorca y en Segorbe (Castellón). Para ello se han calculado los coeficientes de correlación entre temperaturas máximas, mínimas y medias, de determinados períodos de tiempo, comprendidos entre octubre y marzo, y las fechas de floración plena de las distintas variedades.

En 8 de las 16 variedades estudiadas en Palma de Mallorca, un aumento de las temperaturas mínimas durante el mes de octubre, repercute haciendo más pronta su floración. En el resto de las variedades no ocurre así.

Los períodos en que los coeficientes de correlación son positivos, es decir, que durante ellos un aumento de las temperaturas retrasa la época de floración, son breves para la mayoría de las 38 variedades, lo que demuestra la corta duración del período de reposo invernal de las mismas. En las condiciones en que se realiza este estudio

solamente seis variedades continúan en reposo invernal después de la primera decena de diciembre.

Según la mayor o menor duración de los períodos en que los coeficientes de correlación son positivos para las diferentes variedades, se han clasificado en cinco grupos que se consideran tienen distintas exigencias de frío invernal.

Y según el tiempo que transcurre desde que los coeficientes de correlación comienzan a ser negativos hasta la fecha de floración plena en cada variedad, se han clasificado en otros cinco grupos que se considera tienen distintas exigencias de calor previas a la floración.

De esta manera cada variedad queda definida por unas necesidades de frío invernal y unas exigencias de calor, y de cómo han sido satisfechas estas necesidades depende su época de floración en un año o localidad determinados.

Las variedades que se ha visto tienen floración temprana se caracterizan por sus pocas necesidades tanto de frío como de calor. Las de floración tardía, unas tienen necesidades altas de frío y pocas de calor, y a la inversa, otras tienen exigencias escasas o medias de frío y altas de calor.

AGRADECIMIENTOS

El origen del presente trabajo lo constituye el interés por el cultivo del almendro en Baleares, manifestado por D. Jaime Nosti, Director General de Agricultura cuando se inició el estudio. Dicho interés promovió la realización de trabajos utilizando datos recopilados en el pasado por distintos Organismos. Queremos agradecer a D. Luis Miró Granada, Subdirector General de la Producción Agrícola, el habernos facilitado las Memorias Anuales de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca, conteniendo datos de floración de variedades. Y a D. Salvador Sagra, Ingeniero Jefe de la Jefatura Agronómica de Baleares, por facilitarnos los datos de temperaturas diarias de la Estación Experimental Agrícola de Palma de Mallorca y del Observatorio Meteorológico de Son San Juan.

También queremos expresar nuestro agradecimiento a D. Juan

Orero, Director de Viveros Domingo Orero, por facilitarnos los datos de floración de variedades de almendro en Segorbe (Castellón), y a D. Joaquín Catalá de Alemany, Jefe del Centro Meteorológico de Levante, por el envío de datos de temperaturas diarias correspondientes al Observatorio de Segorbe. El tratamiento de estos datos ha permitido ampliar el conocimiento sobre el efecto de la temperatura en la época de floración a las principales variedades españolas y a otras que procedentes de otros países se han seleccionado por su calidad o floración tardía.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a la Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja por facilitar la utilización de su equipo de proceso de datos (I.B.M. 360/40).

REFERENCIAS

- BROWN, D. S.
 1952 Climate in relation to deciduous fruit production in California. IV. Effect of the mild winter of 1950-51 on deciduous fruits in Northern California. *Proc. Am. Soc. hort. Sci.*, **59**: 111-8.
 1957 The rest period of apricot flower buds as described by a regression of time of bloom on temperature. *Plant Physiol.*, **32**: 75-85.
- CROSSA-RAYNAUD, P.
 1955 Effects des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers a feuilles caduques. *Ann. Serv. bot. agron. Tunis*, **28**: 1-22.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRÍCOLA DE PALMA DE MALLORCA.
 1958-1967 Estudio de las variedades del almendro en Baleares. Memorias anuales (trabajos mecanografiados).
- FULFORD, R. M.
 1965 Regular and irregular bearing in fruit plants. *Rep. E. Malling Res. Sta for 1964*: 71-82.
- GARDNER, V. R., BRADFORD, F. C. and HOOKER, H. D.
 1939 The fundamentals of fruit production. McGraw Hill Book Company, New York: 788 pp.
- JABLONSKIJ, E. A.
 1969 Experimental study of the relative activity of mean diurnal temperatures during the growth of almond fruit buds. *Bjull. gos. mikitisk. bot. Sada*, **1** (8): 55-9. En H. A. **41**: 240.
- JADROV, A. A.
 1969 Method of determining the reaction of hybrid almond seedlings to thermal factors. *Trudy gos mikit bot. Sada*, **40**: 243-4. En H. A. **40**: 7744.
- MAGNESS, J. R.
 1916 *Ore. Agr. Exp. Sta Bul.* **139** (citado por Gardner, Bradford and Hooker, 1939).
- MOTA, F. S.
 1957 Os invernos de Pelotas, R. S., en relação as exigências das arvores frutíferas de fôlhas caducas. *Bol. tec. Inst. agron. Sul.*, **18**: 38 pp.

ORERO J.

- 1971 Observaciones sobre nuestra colección de almendros de floración tardía 1965-1971. Descripción de variedades: 22 pp.

TABUENCA, M. C.

- 1968 Influencia de la temperatura en la época de floración de seis variedades de peral. *An. Aula Dei*, **9**: 33-50.
- 1972 The effect of temperature on flowering date in cherry varieties. 2.º Convegno del Ciliegio, Verona 14-16 Giugno 1972 (en preparación).
- 1972 Necesidades de frío invernal en almendro. *An. Aula Dei*. **11**: 325-9.

TABUENCA, M. C. y HERRERO, J.

- 1966 Influencia de la temperatura en la época de floración de frutales. *An. Aula Dei*, **8**: 115-53.