ITEA (2001), Vol. 97V N.° 3, 238-245

CUAJADO EN CRUZAMIENTOS CONTROLADOS DE CULTIVARES DE ALMENDRO

F.J. Vargas, M.A. Romero, J. Clavé, J. Santos, I. Batlle, M. Rovira

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)
Departament d'Arboricultura Mediterrània
Centre de Mas Bové, Apartat 415, 43280 Reus, España

RESUMEN

Generalmente, en los cruzamientos controlados que se realizan en los programas de mejora de cultivares de almendro, las flores se polinizan antes que en condiciones naturales. Las ramas no se embolsan, las flores se emasculan con anterioridad a la antesis y se polinizan inmediatamente después, con el fin de reducir al mínimo posible el riesgo de polinización con polen extraño y, al mismo tiempo, asegurar la realización del cruzamiento previsto, ya que un retraso en la polinización artificial puede conducir a la imposibilidad de efectuarla por la aparición de condiciones climáticas adversas. Normalmente, si el clima es favorable, no es necesario repetir la polinización para obtener un nivel de cuajado aceptable. La realización de una segunda polinización unos 2-3 días después de la emasculación, coincidiendo con la antesis natural de las flores, puede resultar conveniente para incrementar el cuajado en algunos cultivares. En este trabajo se recogen los cuajados medios obtenidos, realizando una única polinización artificial, en 30 cultivares o selecciones utilizados repetidamente en el programa de mejora del IRTA como genitores femeninos. Se han podido observar grandes diferencias entre cultivares, repetidas en diferentes años y cruzamientos. Los cultivares se han clasificado en tres grupos, atendiendo a su nivel de cuajado medio: bajo (< 15%), medio (15-30%) y alto (> 30%). Lógicamente, los cultivares con cuajado bajo deberían recibir una segunda polinización artificial, o bien utilizarse exclusivamente como genitores masculinos, mientras que los de cuajado alto pueden considerarse buenos genitores femeninos. Como ejemplo de cultivar con nivel de cuajado muy bajo, en este tipo de cruzamientos, puede citarse a 'Anxaneta' (6%, utilizando alrededor de 14.000 flores en 29 cruzamientos realizados en 9 años) que, sin embargo, es muy productiva en condiciones de polinización natural. Por el contrario, 'Lauranne' es un buen ejemplo de excelente cuajado (45%, utilizando alrededor de 12.000 flores en 18 cruzamientos realizados en 8 años).

Palabras clave: Almendro, Mejora, Cuajado, Genitores, Cultivares.

SUMMARY
FRUIT SET IN CONTROLLED CROSSES OF ALMOND CULTIVARS

Generally, in controlled almond crosses made for scion breeding programmes, flowers are pollinated earlier than in natural conditions. Branches are not bagged, flowers are emasculated before anthesis (at balloon stage) and then pollinated immediately, to reduce chances of outcrossing and to ensure crossing, as a delay in the artificial pollination can prevent it due to unsettled climatic conditions. Usually, it is not necessary to

repeat the pollination to obtain an acceptable fruit set if the weather is favourable. A second pollination, 2-3 days after emasculation, coinciding with natural flower anthesis, could be convenient to increase the fruit set in some cultivars. In this work, average fruit set obtained, applying one single artificial pollination, is compiled from 30 cultivars or selections used repeatedly as female genitors in the IRTA's breeding programme. Considerable differences have been recorded among cultivars, repeated in different years and crosses. Cultivars have been classified in 3 groups, according to their average fruit set: low (< 15%), medium (15-30%) and high (> 30%). Cultivars with low fruit set should receive a second artificial pollination, or be only used as male genitors, while cultivars with high fruit set are good as female parents. 'Anxaneta' can be cited as an example of a cultivar with a very low fruit set in this type of crosses (6%, using about 14,000 flowers in 29 crosses made during 9 years), being however very productive in natural pollination conditions. Opposite to it, 'Lauranne' is a good example of excellent fruit setting (45%, using about 12,000 flowers in 18 crosses made during 8 years).

Key words: Almonds, Breeding, Fruit set, Parents, Cultivars.

Introducción

En los programas de mejora de cultivares de almendro, para la realización de los cruzamientos normalmente se sigue uno de los siguientes procesos (GRASSELLY y CROSSA RAYNAUD, 1980):

a) Cubrir todo el árbol, antes de la apertura de las flores, con una estructura provista de una malla que permita la entrada de la luz y evite la llegada de insectos polinizadores, efectuando la polinización artificial cuando las flores se abran. Es un procedimiento útil para realizar polinizaciones en gran escala sobre un mismo genitor femenino, siempre que éste sea autoestéril. En el caso de cultivares autofértiles, evidentemente no puede utilizarse.

b) Embolsar ramas con malla o papel sulfurizado, antes de la apertura de las flores y polinizarlas posteriormente. También, solamente puede utilizarse cuando el árbol es autoestéril. Es un proceso exigente en mano de obra.

c) Emascular las flores (quitando los estambres, pétalos y parte de los sépalos) con las uñas o una pequeñas tijeras, antes de su apertura, polinizando posteriormente el estigma. Los insectos polinizadores no son atraídos por las flores emasculadas. No se realiza el embolsamiento de las ramas. A pesar del daño producido en la flor, pueden obtenerse cuajados muy aceptables, aunque algo inferiores a los obtenidos en polinización natural (KESTER y GRIGGS, 1959). Dado que es un método sencillo, rápido y válido tanto para cultivares autoestériles como autofértiles, es muy utilizado en los programas de mejora (KESTER y ASAY, 1975).

En este último caso, generalmente los estigmas reciben el polen antes que en condiciones naturales. Las flores, que se emasculan con anterioridad a la antesis, normalmente se polinizan inmediatamente después, con el fin de reducir al mínimo posible el riesgo de contaminación con polen extraño y, también, asegurar la realización del cruzamiento previsto, ya que un retraso en la polinización puede ocasionar la imposibilidad de efectuarla por la aparición de condiciones climáticas adversas.

Normalmente, si el clima es favorable, no es necesario repetir la polinización para

obtener un nivel de cuajado aceptable. Así, por ejemplo, en cruzamientos realizados en Mas Bové entre 1975 y 2000, polinizando una única vez alrededor de 200.000 flores, se obtuvo un cuajado medio del 22% (VARGAS, datos no publicados). Sin embargo, también se ha observado que algunos cultivares que fructifican abundantemente en condiciones naturales, tienen cuajados muy bajos, año tras año, cuando se emasculan las flores y se polinizan artificialmente.

Probablemente, la realización de una segunda polinización 2-3 días después de la emasculación, coincidiendo con la antesis natural de las flores, puede incrementar el cuajado en cultivares cuyas flores, antes de su apertura natural, no están todavía en condiciones óptimas para que su polinización conduzca a la fecundación. Sin embargo, esta segunda polinización es una operación costosa cuando se realiza un número de cruzamientos importante y, lógicamente, tiende a evitarse en lo posible. La disponibilidad de información sobre el diferente comportamiento varietal, puede ayudar a mejorar la planificación de un programa de cruzamientos, limitando, o potenciando, la utilización como madres de algunos cultivares.

En este trabajo se recogen los cuajados medios obtenidos, realizando una única polinización artificial, en 30 cultivares o selecciones utilizadas repetidamente en el programa de mejora del IRTA como genitores femeninos.

Material y métodos

Se han analizado los datos de cuajado de fruto obtenidos en cruzamientos controlados realizados en Mas Bové en el período 1975-2000. Solamente se consideraron los cruzamientos que habían recibido una única polinización, inmediatamentamente después de la emasculación. Para intentar eliminar la influencia de otros factores, en este estudio no se tuvieron en cuenta los datos de cuajados anormalmente bajos, cuando podían ser debidos a heladas tardías, mal estado de los árboles, o incompatibilidad entre los dos cultivares utilizados en el cruzamiento.

En este trabajo se han incluido 30 genitores femeninos, 17 cultivares y 13 selecciones. En el cuadro 1 se hace una relación de estos genitores y su origen. Todos ellos han sido utilizados repetidamente en el programa de mejora. En el cuadro 2 se detallan las polinizaciones controladas efectuadas: número total de flores polinizadas, número de años en que se realizaron cruzamientos, número de cruzamientos diferentes (bien por el año, o bien por el polen utilizado) y número de parentales masculinos utilizados. En todos los casos se ha cumplido lo siguiente:

- Número total de flores: superior a 1.000.
- Número de años: igual o superior a 2.
- Número de cruzamientos: igual o superior a 4.
- Número de parentales masculinos: igual o superior a 3.

Para cada parental femenino se ha obtenido el cuajado medio: número total de frutos obtenidos x 100 / número total de flores polinizadas.

Considerando el conjunto de los 30 genitores femeninos estudiados, los datos básicos totales han sido los siguientes:

- Número de cruzamientos: 363.
- Número de parentales masculinos: 68.
- Número de flores polinizadas artificialmente: 184.278.
- Cuajado medio: 22%.

Cuadro 1. Relación de genitores femeninos utilizados y su origen
Table 1. List of female parents and their origin

Cultivares	Origen	Selecciones	Origen
'Anxaneta'	España (IRTA)	'4-665'	España (IRTA)
'Belle d'Aurons'	Francia	'8-1'	España (IRTA)
'Cristomorto'	Italia	'8-33'	España (IRTA)
'Falsa Barese'	Italia	'8-47'	España (IRTA)
'Ferragnès'	Francia (INRA)	'10-57'	España (IRTA)
'Francolí'	España (IRTA)	'10-98'	España (IRTA)
'Garbi'	España (IRTA)	'21-169'	España (IRTA)
'Genco'	Italia	'21-22'	España (IRTA)
'Glorieta'	España (IRTA)	'FGFP092'	Italia (ISF)
'Lauranne'	Francia (INRA)	'FGTR13'	Grecia (NAGREF)
'Masbovera'	España (IRTA)	'FGTR30'	Grecia (NAGREF)
'Primorskij'	Ucrania	'FLTU18'	Francia (INRA)
'Rana'	Italia	'TUAI6'	Francia (INRA)
'Stelliette'	Francia (INRA)		
'Tardive de la Verdière'	Francia		
'Tarragonés'	España (IRTA)		
'Wawona'	Estados Unidos		

Abreviaturas: 'FGFP092': ('Ferragnes' x 'Filippo Ceo')092; 'FGTR13': ('Ferragnes' x 'Troito')13; 'FGTR30': ('Ferragnes' x 'Troito')30; 'FLTU18': ('Ferralise' x 'Tuono')18; 'TUAI6': ('Tuono' x 'Ai')6.

Los cultivares se han clasificado en tres grupos, atendiendo a su nivel medio de cuajado: bajo (< 15%), medio (15-30%) y alto (> 30%).

Resultados y discusión

Se han podido observar grandes diferencias entre cultivares. En el cuadro 3 se recogen los cuajados medios obtenidos. Clasificados con cuajado bajo aparecen 8 genitores (2 cultivares y 6 selecciones), con cuajado medio 13 (9 cultivares y 4 selecciones) y con cuajado alto 9 (6 cultivares y 3 selecciones).

Conviene señalar que esta clasificación de los genitores por su aptitud a la polinización artificial es completamente independiente de su capacidad de fructificación natural. Algunos cultivares con cuajados bajos en este tipo de cruzamientos controlados son, sin embargo, muy productivos en plantación, mientras que algunos excelentes genitores presentan, por el contrario, escasa productividad en condiciones naturales.

Normalmente, las diferencias varietales se mantienen con los años y cruzamientos. A este respecto, en los cuadros 4 y 5 se detallan los cuajados obtenidos (en diferentes años y con diferente polen) de cuatro genitores femeninos ampliamente utilizados en el programa: 'Anxaneta' (bajo), 'Lauranne' (alto) y 'Masbovera' y 'Glorieta' (medio). Estos cuatro cultivares están considerados muy productivos (VARGAS y ROMERO, 1985 y 1999; GRASSELLY y DUVAL, 1997). Sin embargo, su respuesta a la polinización artificial es muy distinta. En 'Anxaneta', los cuajados obtenidos han sido casi siempre bajos o muy bajos, en 'Masbovera' y 'Glorieta' bastante buenos y en 'Lauranne' excelentes.

Cuadro 2. Polinizaciones controladas en los parentales femeninos. Número de flores polinizadas, número de años, número de cruzamientos realizados y número de parentales masculinos utilizados

Table 2. Artificial pollinations in the female parents. Number of pollinated flowers, number of years, number of crosses made and number of male parents involved

	Número					Número			
Cultivares	Flores	Años	Cruces	Padres	Selecciones	Flores	Años	Cruces	Padres
'Anxaneta'	14.399	9	29	20	'4-665'	28.832	9	24	14
'Belle d'Aurons'	5.467	3	7	6	'8-1'	2.108	3	4	4
'Cristomorto'	5.520	6	20	13	'8-33'	5.141	4	9	7
'Falsa Barese'	2.103	2	5	3	'8-47'	4.188	4	6	5
'Ferragnès'	3.867	5	13	10	'10-57'	1.406	2	11	10
'Francolí'	6.115	7	16	10	'10-98'	9.337	4	16	12
'Garbi'	4.833	6	11	8	'21-169'	2.720	4	10	9
'Genco'	7.204	7	13	7	'21-22'	2.138	3	4	3
'Glorieta'	9.925	7	24	18	'FGFP092'	3.887	3	9	4
'Lauranne'	11.912	8	18	12	'FGTR13'	4.857	4	9	6
'Masbovera'	13.107	7	34	22	'FGTR30'	3.476	3	9	5
'Primorskij'	4.407	5	8	6	'FLTU18'	8.851	5	12	9
'Rana'	2.377	3	5	3	'TUAI6'	3.595	4	7	3
'Stelliette'	3.761	3	6	4					
'Tardive Verdière'	1.493	3	10	8					
'Tarragonés'	1.255	2	7	7					
'Wawona'	5.997	4	7	4					

Cuadro 3. Cuajados medios obtenidos en los parentales femeninos (%)

Table 3. Mean fruit sets obtained in the female parents (%)

Cuajado bajo (< 15%)		Cuajado medio (15-30%)		Cuajado alto (> 30%)	
Madre	Cuajado	Madre	Cuajado	Madre	Cuajado
'Wawona'	6,25	'21-169'	17,94	'Belle d'Aurons'	31,97
'Anxaneta'	6,51	'10-98'	18,24	'Falsa Barese'	33,76
'8-1'	7,50	'Cristomorto'	20,00	'Ferragnès'	34,21
'FGFP092'	8,46	'Glorieta'	20,11	'21-22'	36,81
'10-57'	9,89	'Tardive Verdière'	20,70	'Stelliette'	38,55
'4-665'	10,12	'Garbi'	21,93	'FGTR30'	40,13
'8-33'	10,60	'Masbovera'	22,74	'Primorskij'	45,50
'8-47'	13,73	'Genco'	24,50	'Lauranne'	45,58
		'FLTU18'	25,27	'FGTR13'	48,47
		'TUAI6'	26,79		
		'Rana'	28,14		
		'Tarragonés'	28,37		
		'Francolí'	29,70		

Cuadro 4. Ejemplos de cuajados obtenidos por cruzamientos controlados en dos genitores femeninos: 'Anxaneta' (cuajado bajo) y 'Lauranne' (cuajado alto)

Table 4. Examples of fruit sets obtained in artificial crosses in two female parents: 'Anxaneta' (low set) and 'Lauranne (high set)

Parental femenino: 'Anxaneta'					Parental femenino: 'Lauranne'				
Parentales Masculinos	Años	Nº de flores	Nº de frutos	Cuajado (%)	Parentales Masculinos	Años	Nº de flores	Nº de frutos	Cuajado (%)
'Ferragnès'	1985	250	18	7,20	'Anxaneta'	1992	616	272	44,16
'Marcona'	1985	250	7	2,80	'Francolí'	1992	503	186	36,98
'Ferragnès'	1987	50	0	0,00	'Glorieta'	1992	440	331	75,23
'Francolí'	1987	50	0	0,00	'Ramillete'	1993	1.093	509	46,57
'Glorieta'	1987	50	0	0.00	'Anxaneta'	1994	271	113	41,70
'Masbovera'	1987	50	1	2,00	'Francolí'	1994	488	350	71.72
'Lauranne'	1990	262	25	9,54	'Glorieta'	1994	852	684	80,28
'Tuono'	1990	275	52	18,91	'D. Largueta'	1995	575	262	45,57
'Lauranne'	1995	742	163	21,97	'Marcona'	1995	472	321	68,01
'FGTR13'	1996	1.035	21	2,03	'Belle d'Aurons'	1996	1.149	174	15,14
'FGTR30'	1996	1.623	14	0,86	'Francolí'	1996	895	402	44,92
'FLTU18'	1997	981	52	5,30	'Anxaneta'	1997	2.283	898	39,33
'Genco'	1997	494	8	1,62	'155'	1999	111	54	48,65
'Tuono'	1997	1.008	53	5,26	'21-169'	1999	140	77	55,00
'FLTU18'	1998	1.050	59	5,62	'21-22'	1999	210	104	49,52
'Genco'	1998	273	82	30,04	'22-107'	2000	414	109	26,33
'Lauranne'	1998	1.455	122	8,38	'23-173'	2000	570	246	43,16
'Tuono'	1998	219	29	13,24	'Anxaneta'	2000	830	338	40,72
'12-2'	1999	113	5	4,42					
'12-21'	1999	71	2	2,82					
'12-350'	1999	29	2	6,90					
'21-133'	1999	83	9	10,84					
'21-323'	1999	733	10	1,36					
'21-332'	1999	320	18	5,63					
'22-78'	1999	510	20	3,92					
'FLTU18'	1999	130	1	0,77					
'12-350'	2000	1.056	77	7,29					
'13-504'	2000	504	19	3,77					
'23-173'	2000	733	68	9,28					
Total		14.399	937	6,51			11.912	5.430	45,58

Cuadro 5. Ejemplos de cuajados obtenidos por cruzamientos controlados en dos genitores femeninos con cuajado medio: 'Masbovera' y 'Glorieta'

Table 5. Examples of fruit set obtained in artificial crosses in two female parents with mean sets: 'Masbovera' and 'Glorieta'

Parental femenino: 'Masbovera'					Parental femenino: 'Glorieta'				
Parentales Masculinos	Años	Nº de flores	Nº de frutos	Cuajado (%)	Parentales Masculinos	Años	Nº de flores	Nº de frutos	Cuajado (%)
'Lauranne'	1990	166	63	37,95	'Lauranne'	1991	423	150	35,46
'Tuono'	1990	132	58	43,94	'Anxaneta'	1992	57	10	17,54
'Lauranne'	1993	922	328	35,57	'Ferragnès'	1992	67	16	23,88
'FGFRAG592'	1996	620	80	12,90	'Francolí'	1992	46	23	50,00
'FGTR13'	1996	428	94	21,96	'Masbovera'	1992	92	34	36,96
'FGTR30'	1996	583	130	22,30	'Lauranne'	1995	533	161	30,21
'Rana'	1996	330	47	14,24	'Falsa Barese'	1997	417	47	11,27
'FGTR13'	1997	193	24	12,44	'Filippo Ceo'	1997	169	22	13,02
'FLTU18'	1997	469	85	18,12	'FLTU18'	1997	285	40	14,04
'Genco'	1997	700	200	28,57	'Tuono'	1997	618	73	11,81
'Rana'	1997	102	19	18,63	'12-816'	1998	571	206	36,08
'Tuono'	1997	383	60	15,67	'Falsa Barese'	1998	576	108	18,75
'12-189'	1998	603	126	20,90	'FGTR30'	1998	441	118	26,76
'FGTR13'	1998	408	118	28,92	'FLTU18'	1998	272	59	21,69
'FLTU18'	1998	478	153	32,01	'Genco'	1998	586	179	30,55
'Rana'	1998	472	93	19,70	'Lauranne'	1998	1.047	153	14,61
'Tuono'	1998	260	73	28,08	'Tuono'	1998	303	74	24,42
'12-2'	1999	227	46	20,26	'12-2'	1999	313	25	7,99
'12-21'	1999	361	96	26,59	'12-21'	1999	212	20	9,43
'12-350'	1999	221	73	33,03	'12-587'	1999	147	13	8,84
'12-587'	1999	346	33	9,54	'12-697'	1999	71	13	18,31
'12-697'	1999	365	86	23,56	'21-323'	1999	319	49	15,36
'13-585'	1999	194	28	14,43	'22-78'	1999	1.118	273	24,42
'21-133'	1999	250	51	20,40	'12-2'	2000	1.242	130	10,47
'21-321'	1999	371	86	23,18					
'21-323'	1999	62	16	25,81					
'21-332'	1999	361	82	22,71					
'22-78'	1999	196	35	17,86					
'12-350'	2000	432	56	12,96					
'13-504'	2000	415	88	21,20					
'22-78'	2000	518	114	22,01					
'23-173'	2000	410	87	21,22					
'FLTU18'	2000	304	104	34,21					
'Lauranne'	2000	825	149	18,06					
Total		13.107	2.981	22,74			9.925	1.996	20,11

Conclusiones

Se han observado grandes diferencias en los cuajados obtenidos en 30 cultivares, polinizados artificialmente después de la emasculación de sus flores antes de la antesis. Estas diferencias se han repetido, de forma consistente, en diferentes años y cruzamientos.

Los cultivares con cuajado bajo deberían recibir una segunda polinización artificial, 2-3 días después de la emasculación, o bien utilizarse exclusivamente como genitores masculinos. Los de cuajado alto pueden considerarse buenos genitores femeninos.

Agradecimientos

Las actividades de investigación se han realizado con financiación del INIA (proyectos SC97-049 y RTA01-081: 'Mejora de variedades de almendro y pistachero') y del IRTA (proyecto 'Avaluació, selecció i millora de material vegetal en fruits secs').

Bibliografía

GRASSELLY C., CROSSA-RAYNAUD P., 1980. L'Amandier. Ed. G.P. Maisonneuve et Larose, París, 446 p.

GRASSELLY C., DUVAL H., 1997. L'Amandier. Ed. CTIFL. París. 167 p.

KESTER D.E., ASAY R.N., 1975. Almonds. En: Advances in Fruit Breeding. J. Janick y J.N. Moore (eds.). 387-419 pp. Purdue University Press. West Lafayette. EE. UU.

KESTER D.E., GRIGGS W.H., 1959. Fruit setting in the almond: the effect of cross-pollinating various percentages of flowers. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 206-213.

VARGAS F.J., ROMERO M.A., 1985. Amélioration de variétés d'amandier. Observations sur quelques clons intéressants obtenus au Centre Agropecuari "Mas Bové". Options Méditerr. CIHEAM/IAMZ 85/I: 15-18.

VARGAS F.J., ROMERO M.A., 1999. Ensayo de de variedades de almendro de floración tardía en Tarragona. Frutic. Prof. 104: 43-47.