

# Estimation du degré d'autocompatibilité dans une sélection autocompatible d'amandier

R. SOCIAS i COMPANY,  
A.J. FELIPE MANSER GAS  
Departamento de Fruticultura  
S.I.A. - D.G.A.

Apartado 727, 50080 ZARAGOZA (Espagne)

Mots-clés : Amandier. Autocompatibilité. Pollinisation.

## RESUME

Nous avons étudié la croissance des tubes polliniques et la nouaison d'une sélection d'amandier de notre programme d'amélioration génétique, afin d'estimer son autocompatibilité.

La croissance des tubes polliniques a été similaire, aussi bien après l'autopollinisation qu'après la pollinisation croisée, aussi bien à 12 °C qu'à 22 °C, ce qui démontre l'autocompatibilité génétique de la sélection.

Le taux de nouaison au verger, après pollinisation libre, s'est élevé à 14,1 pour cent (1984) et à 21,3 pour cent (1985). Bien que ces résultats soient relativement faibles, la récolte a été normale grâce à l'importance de la floraison de cette sélection. La réduction du nombre de fleurs à 30 pour cent en 1984 n'a pas réduit significativement la nouaison, ce qui est un indicateur de la haute densité florale. La nouaison après la pollinisation artificielle en champs, a été légèrement inférieure si nous la comparons aux résultats de la pollinisation croisée, mais la différence n'a pas été significative.

Le stigmate se trouve au milieu des anthères, ce qui facilite l'autogamie naturelle de cette sélection.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE SELF-COMPATIBILITY LEVEL IN A SELF-COMPATIBLE ALMOND SELECTION

Pollen tube growth and fruit set were studied in an almond seedling of our breeding program to evaluate its self-compatibility.

Pollen tube growth was similar both after self- and cross-pollination either at 12° or 22 °C, showing the genetic self-compatibility of the selection.

Natural fruit set in the field with open pollination was 14.1 % (1984) and 21.3 % (1985). This set, considered low for almond, gave a normal crop because of the very high bloom density of this selection. A reduction of the number of flowers to 30 % in 1984 did not reduce significantly the fruit set, as an indication of this high bloom density. Artificial self-set in the field was slightly lower than the cross-set, but the difference was not significant.

The stigma stands among the anthers, thus being able to be naturally self-pollinated.

## INTRODUCTION

Dernièrement, l'amélioration génétique de l'amandier (*Prunus amygdalus* Batsch) a porté ses efforts sur la création de cultivars autocompatibles (Socias i Company, 1978) puisque l'importance de ce caractère a été reconnue, étant donné les inconvénients suscités par l'autoincompatibilité générale de l'espèce (Socias i Company, 1977), qui impose la plantation conjointe de deux cultivars intercompatibles dont la floraison coïncide dans le temps ainsi que la présence d'insectes pollinisateurs qui effectuent le transport du pollen.

Le facteur le plus important, en ce qui concerne l'estimation d'une sélection autocompatible, est sa capacité productive dans des conditions d'autopollinisation. Bien que l'autocompatibilité soit un facteur qui, en soi, améliore la production dans les conditions naturelles de culture, en présence d'autres cultivars (Godini, 1977), il faut en définir le comportement, indépendamment de la possibilité de la pollinisation d'autres cultivars, telle qu'elle doit se produire dans des conditions agronomiques de culture dans des plantations monocultivars, et même indépendamment de la présence d'insectes pollinisateurs. Pour ce faire, il faut définir les possibilités d'autopollinisation et l'efficacité de ses propres tubes polliniques à effectuer la fécondation des ovules.

Notre objectif a été d'estimer le degré d'autocompatibilité d'une sélection du programme d'amélioration génétique de l'amandier de Saragosse (Felipe et Socias i Company, 1985) en ce qui concerne la capacité de ses propres tubes polliniques et sa capacité de nouaison.

## MATERIEL ET METHODES

Pour cette étude nous avons choisi la sélection 'C-9-5', provenant de la pollinisation libre de 'Tuono' qui, lors d'études préalables en laboratoire, s'était montrée autocompatible et qui a surmonté favorablement les premières épreuves de la sélection (Felipe et Socias i Company, 1985). Les essais ont été effectués sur un arbre greffé sur un hybride amandier × pêcher, dans la collection variétale d'amandier.

**Croissance des tubes polliniques :** Nous avons récolté en 1984, au verger, des fleurs au stade D de Felipe (1977), nous les avons émasculées en laboratoire et nous les avons placées dans des cuvettes, de telle manière que les pédoncules soient en contact avec l'eau à travers les trous d'un filet en plastique qui flottait sur l'eau grâce à des baguettes en bois.

Les cuvettes contenant les fleurs ont été placées dans des chambres à 12 et à 22° C et elles ont été pollinisées 40 heures après leur préparation. A partir de la pollinisation, nous avons prélevé des échantillons de 10 fleurs toutes les 12 heures, jusqu'à atteindre 120 heures à 12° C et 72 h à 22° C. Les pistils ont été fixés au FAA et avant de les observer, nous les avons lavés

à l'eau et mis dans l'autoclave dans une solution à 5 pour cent de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , pendant 10 minutes, à une pression de 1,2 kg  $\text{cm}^{-2}$ .

Nous avons observé la croissance des tubes polliniques dans les pistils avec un microscope à lumière ultraviolette. Les pistils ont été préparés d'une façon semblable à celle décrite par Socias i Company (1979), en séparant la partie extérieure du style et en laissant seulement la partie centrale ou tissu transmetteur où croissent les tubes polliniques.

Le matériel a été préparé par coloration de la calleuse des tubes polliniques avec du bleu d'aniline, suivant une modification de la technique de Linskens et Esser (1957). Les préparations ont été écrasées (« squash ») pour leur observation ultérieure.

Nous avons suivi le critère de Lewis (1942) et la croissance des tubes polliniques a été exprimée en pourcentage de la longueur du tube pollinique le plus long par rapport à la longueur du style.

**Nouaison :** Pour l'estimation de la nouaison, nous avons choisi différentes branches de l'arbre sur lesquelles nous avons compté le nombre total de fleurs y compris les boutons fermés.

Nous avons laissé quelques branches intactes, comme témoins de pollinisation libre. Sur d'autres branches, nous avons éliminé les fleurs ouvertes et les boutons fermés, ne laissant que les fleurs au stade D, pour leur ultérieure pollinisation libre, afin d'estimer l'effet de la suppression de fleurs sur la nouaison. Nous avons appelé ce traitement le Témoin-D.

Les autres branches ont été émasculées et elles ont été soit autopollinisées, soit pollinisées avec le pollen d'une autre sélection, A-10-8.

Cette étude, qui a été effectuée en 1984, a été répétée en 1985, mais à l'aube du lendemain du comptage et de la préparation des fleurs, il y eut une gelée à -3,5° C, et par conséquent nous n'avons pas pu effectuer les pollinisations artificielles.

**Stérilité féminine :** Tout au long de la période de floraison en 1985, nous avons ramassé chaque matin les fleurs ouvertes la veille sur plusieurs branches du même arbre, afin d'en observer l'aspect morphologique (Socias i Company, 1983) et de distinguer les fleurs fertiles des stériles par le grossissement ou non de l'ovaire, ainsi que pour observer les fleurs simples ou jumelles dans le cas où le bouton produisait une ou deux fleurs.

Pour le calcul analytique, les comptages quotidiens ont été additionnés par groupes de plusieurs jours. Nous avons alors établi une corrélation entre les pourcentages de chaque type de fleur (après transformation angulaire) et le temps, afin de suivre leur évolution au cours de la floraison.

**RESULTATS**

*Croissance des tubes polliniques* : Le rythme de croissance des tubes polliniques a été très comparable pour les deux températures, après autopollinisation ou pollinisation croisée. En effet, pour chaque période de temps, aux deux températures, il n'y a pas eu de différence significative en ce qui concerne la longueur du style parcourue par les tubes polliniques, dans les deux cas de pollinisation, sauf pour les données de 12 h à 22° C, où nous avons trouvé une différence très significative (à 1 pour cent).

Ces résultats sont exposés dans le Tableau 1, seulement jusqu'à 72 h pour 12° C et 36 h pour 22° C, parce qu'à ce moment-là, des tubes polliniques atteignaient la base de tous les styles.

*Nouaison* : Au cours de ces deux années, nous avons pu observer un comportement différent en ce qui concerne la nouaison (Tableau 2). En 1984, nous avons observé sur le témoin une nouaison de 14,1 pour cent, ce qui est relativement faible si on le compare à ce qui

est généralement signalé chez l'amandier (Godini, 1977 ; Vasilakakis et Porlingis, 1984), mais qui cependant a donné une récolte normale sur les branches ayant reçu ce traitement. Dans le cas du Témoin-D, où nous avons effectué une réduction des fleurs atteignant jusqu'à 30 pour cent, la nouaison a été de 12,8 pour cent du nombre total de fleurs. Ce chiffre, bien qu'étant légèrement plus faible que celui du témoin, n'est pas statistiquement différent.

En 1985, par contre, la différence entre les nouaisons du Témoin et du Témoin-D ont été effectivement statistiquement différentes, et dans chacun des cas plus importantes que celles de 1984, malgré la gelée qui a eu lieu après le début de la floraison (Tableau 2).

L'émasculature et la pollinisation artificielle ultérieure a réduit significativement la nouaison sur les branches pollinisées manuellement, et il y a également eu une réduction de la nouaison sur les branches autopollinisées par rapport à celles soumises à la pollinisation croisée. Cette réduction, bien que significative si nous con-

Tableau 1

*Pourcentage du style parcouru par le plus long tube dans les pollinisations réalisées dans les chambres à température contrôlée*

Temps	12° C		22° C	
	C-9-5 ⊗	C-9-5x A-10-8	C-9-5 ⊗	C-9-5x A-10-8
12 h	21,2	24,5	40,4	45,2
24 h	48,1	48,1	83,2	82,3
36 h	69,6	70,6	100	100
48 h	85,8	88,2	—	—
60 h	98,1	98,3	—	—
72 h	100	100	—	—

Tableau 2

*Nouaison avec les différents traitements en champ*

Traitement	N.° initial fleurs	N.° fleurs D	N.° de fruits	Nouaison, % fleurs totales	Nouaison, % fleurs D
1984					
Témoin	1044	—	167	14,1 bc <sup>z</sup>	—
Témoin-D	1195	367	153	12,8 c	41,7 a <sup>z</sup>
x A-10-8	1349	276	71	5,3 d	25,7 b
⊗	1291	268	49	3,8 d	18,3 c
1985					
Témoin	774	—	165	21,3 a	—
Témoin-D	1121	511	180	16,1 b	35,2 a

z : Pourcentages suivis de différentes lettres statistiquement différentes au 5 % dans chaque colonne.

**Tableau 3**

*Nombre de chaque type de fleur en 1985, et corrélation de son évolution avec le temps.*

Dates	Nombre de fleurs				Pourcentage			
	Simples		Doubles		Simples Stériles	Doubles Stériles	Doubles totales	Stériles totales
	Fertiles	Stériles	Fertiles	Stériles				
10/13 III	112	4	8	2	3,5	20,0	7,9	4,8
14/16 III	302	25	26	5	7,7	16,1	8,7	8,4
17/20 III	298	63	63	39	17,5	38,2	22,0	22,0
21/24 III	79	71	22	52	47,3	70,3	33,0	54,9
25/29 III	5	25	1	26	83,3	96,3	47,4	89,5
TOTAL .....	796	188	120	124	19,1	50,8	19,9	25,4
r					0,96**	0,94**	0,98**	0,97**

\*\* Coefficient de corrélation significatif au 1 %.

sidérons le nombre de fleurs pollinisées, ne l'est pas autant si nous considérons le nombre total de fleurs présentes sur les branches à l'origine.

*Fleurs stériles et jumelles :* Nous avons compté 1228 fleurs et nous avons distribué ce chiffre sur toute la durée de la floraison, divisée en 5 périodes. Cette distribution est présentée sur le Tableau 3. Sur ce Tableau, nous pouvons voir que la présence de chacun des types de fleurs est en rapport étroit avec l'évolution de la floraison. La corrélation est hautement significative dans tous les cas, de sorte qu'au fur et à mesure que la floraison avance, le pourcentage de fleurs stériles augmente ainsi que celui des fleurs jumelles. Etant donné que ces deux pourcentages augmentent au fil du temps, ils sont également en corrélation très significative entre eux ( $r = 0,98$ ).

**DISCUSSION**

*Réaffirmation de l'autocompatibilité :* La dynamique de la croissance des tubes polliniques indique clairement que cette sélection est génétiquement autocompatible, et que son propre pollen se développe aussi rapidement que le pollen étranger, puisque les croissances sont pratiquement identiques dans les deux pollinisations.

L'unique différence que nous avons observée au bout de 12 h à 22° C peut être due au fait que les deux échantillons de pistils ont été très homogènes, puisque la variance est très faible, ce qui fait que la petite différence observée est cependant significative. Cette différence pourrait être due à un retard de la germination et de la croissance initiale du pollen, étant donné qu'à 12° C il y a également un retard sur les pistils autopollinisés, bien que la différence ne soit pas significative. Cette différence, cependant, ne semble pas toucher la croissance ultérieure des tubes polliniques qui s'égalise rapidement dans les deux cas de pollinisation.

La vitesse de croissance des tubes polliniques est semblable à celle trouvée lors d'autres observations chez l'amandier (Socias i Company et al. 1976 ; Socias i Company, 1982 ; Vasilakakis et Porlingis, 1984) et ces résultats sont les garants de la valeur scientifique de l'estimation de l'autocompatibilité par la croissance des tubes polliniques dans des conditions contrôlées.

*Productivité :* En 1984 le pourcentage de nouaison nous a surpris car, 14,1 pour cent de nouaison est un chiffre relativement faible. Cependant, la production normale en ce qui concerne la quantité de fruits observée peut être due à la grande abondance de la floraison de cette sélection (Figure 1), héritage probable du parent 'Tuono'.

C'est la raison pour laquelle nous avons voulu estimer la qualité de ces fleurs car 'Tuono' présente un grand nombre de fleurs stériles (Socias i Company, 1983): Lors des comptages effectués en 1985, nous avons compté jusqu'à 25,4 pour cent de fleurs stériles (Figure 2). Nous pouvons considérer que ce pourcentage est une valeur moyenne pour l'amandier. Il est semblable à celui de 'Desmayo Largueta' (Socias i Company, données non publiées), et très inférieur à celui de 'Tuono'. De la même façon, nous avons pu observer 20 pour cent de fleurs jumelles sans influence apparente sur la nouaison, sauf que près de la moitié sont stériles.

La nouaison relativement faible de 14,1 pour cent, ne semble pas être due à ce pourcentage de fleurs stériles, mais plutôt à la capacité productive de l'arbre, étant donné que dans les cas du traitement Témoin-D, la réduction du nombre de fleurs jusqu'à 30 pour cent n'engendre pas une réduction significative de la nouaison, et que la productivité est très bonne (Figure 3). Ce résultat semble contredire la nécessité d'une pollinisation maximale pour obtenir une production optimale (Kester et Griggs, 1959), bien que la différence

puisse être due à l'abondance de la floraison elle-même, puisque Kester et Griggs (1959) avaient utilisé 'Non Pareil' pour leurs études, cultivar d'une densité de floraison plus faible.

Nous avons pu observer une importante diminution de la nouaison pour les pollinisations artificielles par rapport aux témoins. Ceci pourrait être dû aux dommages possibles causés aux fleurs au cours des processus d'émasculature et de pollinisation. Cependant, ces dommages n'affectent pas la croissance des tubes polliniques (Socias i Company, 1982), et c'est la raison pour laquelle, pour l'estimation de l'autocompatibilité, il semble plus efficace d'étudier la croissance des tubes polliniques plutôt que la nouaison en champs, car celle-ci, dans certains cas, peut donner des valeurs anormalement faibles (Grasselly et Olivier, 1984 ; Stylianides, 1984)

Lors de l'autopollinisation nous avons pu observer une réduction de la nouaison par rapport à la pollinisation croisée. Cette réduction, est significative si nous considérons le nombre total de fleurs à l'origine sur chaque branche. C'est la raison pour laquelle ces résultats ne peuvent pas être considérés concluants. Nous avons voulu répéter cette expérience en 1985, mais malheureusement nous n'avons pas pu la mener à bien, à la suite de la gelée que nous avons signalée.

Malgré cette gelée, la nouaison de 1985 s'est avérée

supérieure. Ceci nous indique que la gelée n'a probablement pas interféré sur le déroulement de la pollinisation et de la fécondation des fleurs. En outre, il s'agit d'un arbre relativement jeune (5ème feuille en 1985), et sa capacité productive a augmenté en 1985 par rapport à 1984. Cette augmentation de la capacité productive paraît rapport à l'année précédente peut également expliquer la réduction significative de la nouaison dans le cas du Témoin-D par rapport au témoin 1985. C'est la raison pour laquelle, la nouaison par rapport au nombre de fleurs totales, est significativement supérieure dans le traitement Témoin-D en 1985, si on la compare aux résultats de 1984. Si l'on considère le nombre de fleurs-D, la nouaison est alors significativement inférieure en 1985, probablement parce que cette année nous avons laissé plus de fleurs au stade D.

**Capacité d'autopollinisation :** La culture de l'amandier dans des plantations monocultivars sera seulement possible du point de vue commercial s'il existe une bonne capacité d'autogamie naturelle dans des cultivars génétiquement autocompatibles (Vasilakakis et Porlingis 1984 ; Weinbaum, sous presse). C'est pourquoi, les fleurs de cette sélection ont été examinées et l'on a observé que les stigmates se trouvent entre les anthères (Figure 4), d'où l'on peut déduire une capacité d'autogamie naturelle (Weinbaum, sous presse).

Figure 1. Branche au moment de la floraison avec un nombre important de fleurs.



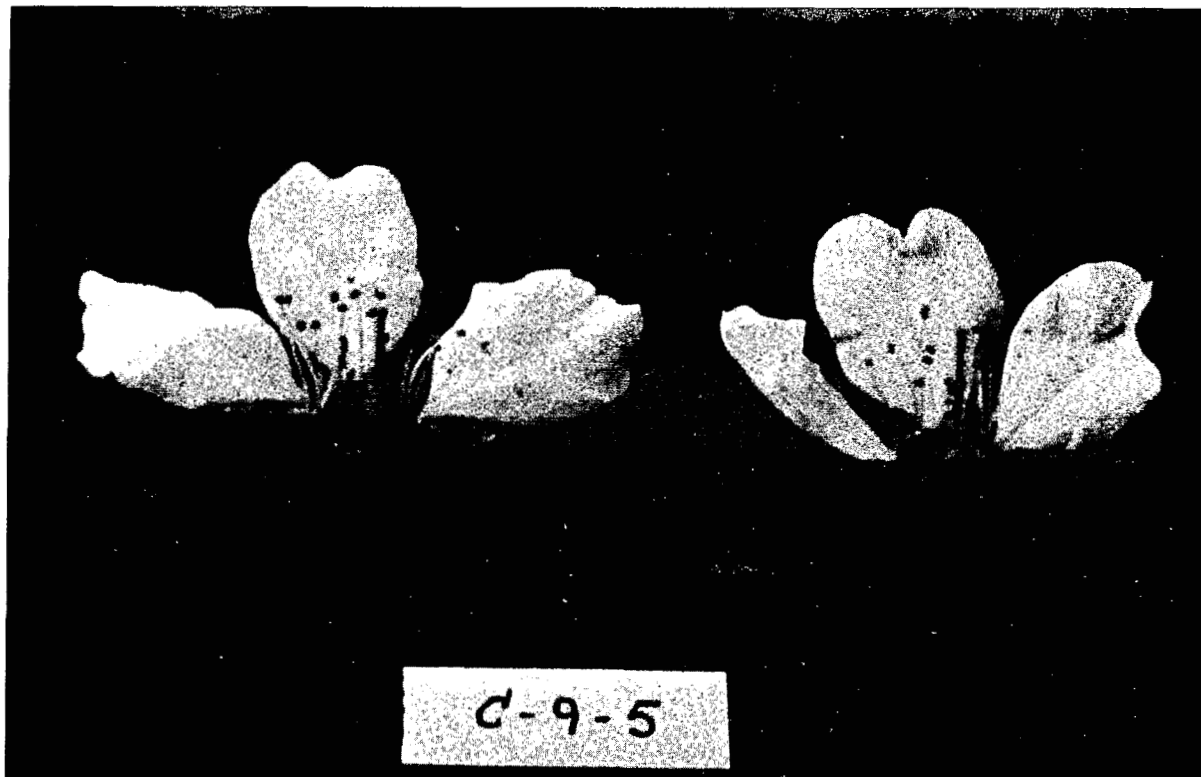
Figure 2. Fleurs fertiles et stériles selon le grossissement de l'ovaire.



Figure 3. Branche avec des fruits, exemple de la productivité de la sélection.



Figure 4. Coupe d'une fleur qui montre la position du stigmate en relation aux anthères.



## BIBLIOGRAPHIE

- FELIPE, A. 1977. *Almendro, estados fenológicos*. Inf. Técn. Econ. Agrar. 8 (27): 8-9.
- FELIPE, A.J. ; R. SOCIAS i COMPANY. 1985. *L'amélioration génétique de l'amandier à Saragosse*. VI Coll. GREMPA, Salonique, 10-15 juin 1985.
- GODINI, A. 1977. *Un quadriennio di ricerca sulle cause dell'improduttività dei mandorleti baresi*. III Coll. GREMPA, Bari, 3-7 octobre 1977. 32-46.
- GRASSELLY, C. ; OLIVIER, G. 1984. *Avancement du programme de création de variétés d'amandier autocompatibles*. Options Méditerr. CIHEAM IAMZ 84/II : 129-131.
- 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.
- LEWIS, D. 1942. *The physiology of incompatibility in plants. I. The effect of temperature*. Proc. Roy. Soc., Ser., B 131 (862) : 13-26.
- LINSKENS, M.F. ; ESSER, K. 1957. *Über eine spezifische Anfärbung der Pollenschläuche und die Zahl der Kallosepfropfen nach Selbstung und Fremdung*. Naturwissenschaften 44 (1): 16.
- SOCIAS i COMPANY, R. 1977. *La autoincompatibilidad en el almendro*. Inf. Técn. Econ. Agrar. 8 (26): 41-47.
- SOCIAS i COMPANY, R. 1978. *La autocompatibilidad en la mejora del almendro*. I Congreso Internacional de Almendra y Avelana, Reus, 25-28, octubre 1976, 513-522.
- SOCIAS i COMPANY, R. 1979. *Aportación a las técnicas de observación de tubos polínicos. Caso del almendro*. An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Serv. Prod. Veg. 10: 233-236.
- SOCIAS i COMPANY, R. 1982. *Ensayos de polinización de diferentes clones del almendro 'Marcona'*. An. Inst. Nac. Invest. Agrar., Serv. Agric. 19: 11-21.
- SOCIAS i COMPANY, R. 1983. *Flower sterility in almond*. Acta Hort. 139: 69-74.
- SOCIAS i COMPANY, R. ; KESTER, D.E. ; BRADLEY, M.V. 1976. *Effects of temperature and genotype on pollen tube growth in some self-incompatible and self-compatible almond cultivars*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 (5): 490-493.
- STYLIANIDIS, D.K. 1984. *Résultats de l'étude du mode de transmission du caractère d'autocompatibilité, et de quelques autres caractères, de la variété d'amandier 'Truoïto' après autofécondation*. Options Méditerr. CIHEAM IAMZ 84/II : 137-141.
- VASILAKAKIS, M.D. ; PORLONGIS, I.C. 1984. *Self-compatibility in 'Truoïto' almond and the effects of temperature on selfed and crossed pollen tube growth*. Hortscience 19 (5): 661.
- WEINBAUM, S.A. *Sous presse*. *Role of natural self-pollination in self-fruitfulness of almond*. Scientia Hort.