

CAPRIFICATION: POTENTIALITES ET CONTRAINTES POUR LA PRODUCTION DE FIGES SECHES

Ali MAMOUNI

Institut National de la Recherche Agronomique
Centre Régional du Sais et Moyen Atlas
Programme Arboriculture Fruitière
B.P.578 Meknès

Résumé

Le figuier (*Ficus carica* L.) est une espèce morphologiquement monoïque mais fonctionnellement dioïque (Kjelberg et al, 19983). L'arbre mâle (caprifiguier) et l'arbre femelle (figuier commun) portent des figes différentes par leur fonction. Le premier assure la fourniture du pollen et l'accomplissement du cycle de l'insecte pollinisateur. Le deuxième assure la production des figes comestibles. Ces dernières peuvent être des figes fleurs qui se développent par parthénocarpie (sans pollinisation) ou des figes d'automne qui nécessitent généralement la pollinisation pour arriver à maturité. Pour être pollinisées, ces figes doivent recevoir la visite du blastophage (*Blastophaga psenes*). Cet insecte, dont la femelle adulte quitte les mammes (figue du caprifiguier) chargée de pollen et fertilisée, à la recherche d'une figue réceptive pour déposer ses œufs, vit en symbiose avec le figuier. L'objectif de l'insecte (la ponte) ne sera atteint que si elle tombe sur une figue femelle d'un caprifiguier. La réceptivité des figes des deux types d'arbres est décalée de manière à ce que les envols précoces assurent la pollinisation et les tardifs la ponte. Seules les figes pollinisées se prêtent au séchage d'où l'intérêt de la caprification. Cette dernière peut être accomplie naturellement si les caprifiguers sont plantés aux alentours des arbres femelles ou en accrochant des mammes sur ces derniers.

L'intérêt de la caprification est connu par la majorité des arboriculteurs marocains, mais la culture des caprifiguers n'est pas très développée.

L'étude d'une collection au domaine expérimental de l'INRA dans la région de Meknès a permis d'évaluer 7 clones de caprifiguier selon des critères se rapportant à leur potentiel de fournir des blastophages.

Mots clés:

Figuier (*Ficus carica* L.), blastophage (*Blastophaga psenes*), caprifiguier, pollinisation.

PREMIERE PARTIE: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Le figuier commun, *Ficus carica* L, est une espèce qui, selon les génotypes, peut produire une ou deux productions par an. Selon le cas, une figue peut exiger une pollinisation pour se développer et arriver à maturité ou se développer grâce à la parthénocarpie (Vidaud,1997). Les bourgeons de l'année précédente dont l'évolution a été bloquée, peuvent chuter ou reprendre leur croissance, au printemps suivant, pour atteindre la maturité au moins de juin. Ces fruits, n'étant pas pollinisés à cause de l'indisponibilité du pollen à l'époque de leur réceptivité, arrivent à maturité grâce à la parthénocarpie. Ce sont les figues fleurs. Les bourgeons qui apparaissent à l'aisselle des feuilles évoluent en fruit au cours de la même année pour arriver à maturité en été. Ce sont les figues d'automne (Kjelberg et al.,1983). La production de ces figues peut être tributaire de la pollinisation ou non.

La différence majeure qui existe entre les fruits dont le développement est tributaire d'une pollinisation ou non est l'aptitude au séchage. Les figues fleurs et les figues d'automne des variétés sont destinées uniquement à la consommation en frais. Les figues exigeant une pollinisation pour se développer peuvent être aussi bien consommées en frais que mises à sécher. C'est la production de ce type de fruit qui peut valoriser la culture du figuier dans des régions enclavées (Chefchaouen et Taounat) où l'accès aux marchés constitue une contrainte. Le séchage permet aussi de valoriser la production en absorbant la surproduction.

L'opération de la pollinisation est assurée par un insecte appelé le blastophage. L'interaction entre la figue et son pollinisateur est peut être l'un des cas spéciaux les plus connus dans l'opération de la pollinisation (Hossar-McKey et al.,1994). Les deux évoluent simultanément de telle manière que l'adulte de l'insecte a besoin de déposer ses œufs au moment où la figue est réceptive au pollen.

Biologie florale

Le figuier commun (*Ficus carica* L.) est une espèce constituée d'arbres mâles (caprifiguier) et d'arbres femelles. Cette dioïcité qui n'est pas ancestrale chez le figuier (probablement apparue plus tard que la monoïcité) est particulière à cette espèce, du fait que sur le plan morphologique, les deux types d'arbres contiennent des inflorescences hermaphrodites. Les inflorescences du caprifiguier ont le double rôle d'assurer la reproduction de l'insecte pollinisateur (*Plastophaga psenses*) et de fournir le pollen, nécessaire à la fertilisation des fleurs de l'arbre femelle. Celles de l'arbre femelle sont destinées à produire les fruits comestibles dont la présence des graines n'est pas toujours évidente.

Inflorescences

La figue ou sycone est une inflorescence dont les fleurs sont regroupées dans une structure en forme d'urne qui n'est accessible que par une ouverture opposée au pédoncule (l'ostiole) (Vidaud, 1997). Cette constitution de l'inflorescence fait que le transfert du pollen est effectué uniquement par l'insecte du blastophage qui vie en symbiose avec les figes.

Fleurs

Fleur mâle: Elle est constituée de 4 à 5 étamines au centre desquelles se trouve un gynécée avorté. C'est donc une fleur, morphologiquement, hermaphrodite dont la fonction femelle n'est pas assurée.

Ce type de fleur existe aussi bien chez l'arbre mâle que celui femelle mais avec la différence que chez l'arbre femelle, les étamines ne portent jamais d'anthères, ce qui les rend fonctionnellement stériles.

Fleur femelle : Elle est formée d'un périanthe de cinq pièces entourant un ovaire à ovule unique surmonté d'un style unique se terminant par un stigmate.

Ce type de fleur existe chez les arbres mâle et femelle avec une différence au niveau de la longueur du style. Chez les individus femelles, le style est long (fleur longistylée) pendant qu'il est court (fleur brévistylée) chez les individus mâles. Cette différence constitue une adaptation pour rendre le dépôt des œufs dans l'ovule, possible ou non selon la longueur du style.

Biologie du pollinisateur

La forme de l'inflorescence, chez le figuier, constitue une barrière mécanique au transfert du pollen; l'intervention d'un insecte spécifique est donc nécessaire (Valderon and Llyod, 1979). Le blastophage (*Blastophaga psenes*) est un hyménoptère de petite taille (2mm) et dont seule la femelle est dotée d'ailes (Vidaud, 1997). La reproduction de cet insecte se fait exclusivement à l'intérieur de la figue et précisément à l'intérieur de l'ovaire. Après le dépôt des œufs, dans la fleur femelle (brévistylée) du caprifiguier, par l'insecte grâce à son ovipositeur, la larve se développe en se nourrissant sur les parties florales en creusant une galle. Ainsi, la larve se développe au détriment de la fleur. Les œufs donnent, en générale, des femelles à 90%.

Après deux mois environ, l'insecte arrive au stade adulte. Le mâle, qui est aptère, sort le premier et cherche activement la femelle, dans d'autres fleurs de la même figue. Après l'accouplement, le mâle déchire la paroi de la galle et les bractées de l'ostiole pour permettre à la femelle d'effectuer son envol. La femelle, chargée de pollen et fécondée, quitte la fleur à partir de l'insertion du style et part à la recherche d'une figue réceptive.

Chez l'arbre femelle, l'insecte pénètre dans la figue femelle, la pollinise et meurt sans assurer sa reproduction. La nature longue des styles (fleurs longistylées) ne permettent pas à l'insecte de déposer ses œufs. Il s'agit là donc d'un conflit (Anstett et al, 1997). L'arbre a besoin de l'insecte, l'attire par des moyens d'attraction chimiques pour assurer sa pollinisation et donc produire des graines mais ne lui permet pas de faire sa ponte. Mais avec une phénologie décalée entre les deux types d'arbre (ils sont rarement réceptives en même temps), la dernière génération des insectes émergente coïncide avec la réceptivité des figues de l'arbre mâle, ce qui lui permet de déposer ses œufs et donc assurer la continuité de son cycle. Ce décalage de la phénologie constitue donc une forme d'adaptation pour perpétuer la symbiose entre l'insecte et cette espèce de figuier.

Cycles de l'insecte et de la figue

Chez *Ficus carica*, les arbres mâles produisent des fruits discrets qui sont l'hôte de 2 ou 3 générations d'insectes sans chevauchement au cours de l'année.

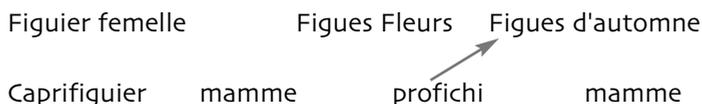
Le blastophage passe l'hiver dans les figues retardées du caprifiguiier (mammes) à l'état larvaire (Kjelberg et al, 1990). Ces larves reprennent leur différenciation pour éclore vers le mois de Mai. En quittant les mammes où il n'y a pas de pollen (les anthères ne sont pas développées), les femelles du blastophage pénètrent dans des figues nouvellement formées sur le caprifiguiier. Ces figues, appelées profichis, sont les seules réceptives en ce moment. Après un nouveau cycle, les insectes femelles émergent en juin pour entrer, soit dans des figues femelles comestibles ou figues d'automne (les envols précoces) soit dans des figues de caprifiguiier (les envols plus tardives) (Valdeyron and Lloyd, 1979). Les premières n'assurent que la pollinisation (passivement) car la tentative de la ponte est ratée à cause de la longueur des styles. Les deuxièmes, par contre, arrivent à déposer les œufs (style court). Les larves de cette ponte vont passer l'hiver dans ces figues (mammes). Le cycle reprend. Ainsi, l'étalement de la floraison le long de l'année et la synchronisation intra - arbre des inflorescences permettent respectivement la survie des populations de l'insecte pollinisateur et le transfert du pollen.

Chez l'arbre femelle, les figues retardées peuvent se développer par parthénocarpie (le pollen n'est pas disponible au moment de leur réceptivité) chez les variétés bifères ou avortés chez les variétés unifères. Les figues, issues des bourgeons de l'année, se développent à l'aisselle des nouvelles feuilles et continuent à grossir jusqu'à la maturité (juillet-août). Ce sont les figues d'automne. Chez le caprifiguiier, ces figues, assez rares, ne commencent leur développement que vers la fin août pour se terminer en Mai (Vidaut, 1997). Ces fruits sont observables en hiver quand les feuilles sont tombées. Cela fait une différence nette entre les deux sexes.

Caractères et fonctions des cycones chez les deux types d'arbres de figuier (Valdeyron and Lloyd, 1979)

Type d'arbres	caractère de sycone	Fonction de l'insecte	Résultats
Caprifiguiier	Fleurs ♂ et ♀ Fleur ♀ = style court	Transport de pollen et ponte dans la fleur ♀	fonction en tant que ♂ ♀ = lieu de Ponte et développement des larves
Figuier femelle	Fleur ♀ et neutre Fleur ♀ = style long	Pollinisation de la fleur ♀ uniquement	Fonction en tant que femelle Fruits mures

Cycles de production (Valdeyron and Lloyd, 1979)



Détermination de la figue réceptive par l'insecte

L'insecte, en phase adulte, âgé de 2 jours doit être capable de repérer l'arbre à visiter sur une distance de quelques dizaines de mètres, mais doit aussi distinguer l'arbre recherché par rapport aux arbres d'autres espèces. L'odorat et la vision sont les deux sens qui interviennent dans l'opération de repérage. Des travaux ont mis en évidence l'existence de substances volatiles qui émanent de l'ostiole et permettent d'attirer la femelle adulte de l'insecte (Hossar-McKey et al., 1994). La comparaison entre des extraits issus de la partie externe de la figue, de la partie interne et de l'ostiole et l'extrait total, a montré que ce dernier (extrait total) était le plus attractif chez les deux types de figues. L'extrait interne était aussi attractif que l'extrait total uniquement chez la figue de l'arbre mâle.

Il a été également démontré que la figue mâle est généralement plus attractive que la femelle. Ceci pourrait être expliqué par l'évolution de l'adaptation plutôt favorable à la survie de l'insecte. L'attraction, par les produits volatiles, est consacré à la localisation de la figue réceptive à faible distance (moins de 5 mètres) et pour la pénétration à travers l'ostiole (Hossar-McKey et al., 1994). L'insecte se pose sur la figue et parcourt la surface en tenant ses antennes et sa tête dressées. Une fois l'évaluation faite et dans le cas où la figue est réceptive, l'insecte descend ses antennes plus bas et avance à la recherche de l'ostiole. En entrant dans la figue par cet dernier, il perd ses antennes partiellement ou totalement. Dans le cas où il n'y

a pas réceptivité, il part à la recherche d'un autre fruit plus réceptif. Un insecte ne peut visiter qu'une seule figue et cette dernière peut être visiter par plus d'une femelle.

La localisation de l'arbre, à des distances plus importantes par l'insecte, est effectuée grâce à la vision. Il semble que la couleur vert-brillante (Kjelberg and Valdeyron, 1984) de la figue au moment de la réceptivité joue un rôle dans ce sens.

L'attractivité de la figue est plus élevée au début de la période de réceptivité (2 semaines environ) et commence à diminuer pour décliner à la fin. Ce déclin de la réceptivité des figes femelles constituerait lui aussi une adaptation pour que les insectes se dirigent davantage vers les figes mâles qui ont une réceptivité retardée par rapport aux figes femelles.

Méthodes de pollinisation

Il est généralement admis que seules les figes pollinisées et donc qui ont des embryons viables (variétés types smyrnes) peuvent être utilisées pour le séchage. La pollinisation est donc une opération obligatoire dans les régions où ce type de culture est pratiqué à l'échelle commerciale. Deux méthodes de pollinisation existent chez le figuier :

- Des fruits de caprifuier sont accrochés sur les branches du figuier femelle à raison de plusieurs dizaines au moment de la réceptivité qui dure deux à trois semaines (Khadari et al., 1995). La période de réceptivité est déterminée par la couleur des fruits. Ces derniers ont une couleur vert claire avant de virer vers un vert sombre qui détermine la fin de la réceptivité.

- Des arbres de caprifuier sont plantés au bord de la parcelle, du côté du vent dominant. Le blastophage, en émergeant du caprifuier, effectue un envol à la recherche des figes réceptives. Dans ce cas, le problème de la distance entre les arbres mâles et ceux femelles peut se poser car l'insecte a tendance à visiter les fruits les plus proches et la durée de vie de l'insecte adulte (2 jours environ) limite cette distance à quelques mètres (Kjelberg and Valdeyron, 1990). Des arbres mâles peuvent aussi être éparpillés dans le verger. Cette manière de faire est la plus adaptée aux zones où le climat trop sec ne permet pas à l'insecte adulte de vivre assez longtemps (quelques heures). De ce fait, elle ne peut visiter des arbres relativement lointains.

DEUXIEME PARTIE : EVALUATIONS DES CAPRIFIGUIERS LOCAUX ET LEUR INTERET POUR LA POLLINISATION

Introduction

Dans les régions de production du figuier (Taounat et Chefchaouen), les arboriculteurs n'ignorent pas le rôle de la caprification dans la production des figes d'automne. La culture des caprifiugiers est, par contre, ignorée dans la plus part des cas. Dans les zones où les caprifiugiers ne sont pas disponibles, les arboriculteurs s'approvisionnent en profichis dans les souks hebdomadaires, ce qui pose le problème de la survie de l'insecte et de l'efficacité même de l'opération de pollinisation. La récolte des profichis au stade opportun de l'émergence des insectes adultes ainsi que la durée et les conditions de conservation de ces profichis pourraient, en effet, affecter la qualité de l'opération.

Dans les zones où ces profichis sont récoltés, les caprifiugiers poussent généralement à l'état spontané. Les cas de plantation des arbres mâles au sein des vergers restent rares.

Dans certaines régions (Ouezzan), les arboriculteurs n'effectuent pas l'opération de la caprification. Conscients de l'influence de la production des figes d'automne sur celle des figes fleurs, ils évitent cette opération pour assurer un bon niveau de production des figes fleurs d'un clone appelé "Alghani". Ce clone qui n'est rencontré que dans une localité à l'ouest d'Ouezzan, produits des figes fleurs recherchées par les intermédiaires.

Si la qualité pomologique des fruits, la productivité et la nature bifère ou unifère déterminent la valeur d'une variété femelle, chez le figuier, la présence des mammes, la richesse en profichis et en pollen constituent les critères déterminant la qualité d'un caprifiugier.

La quantification de ces critères a permis d'évaluer une collection de génotypes caprifiugiers installée dans le domaine d'Ain Taoujdate dans l'objectif de les caractériser.

Matériel et méthodes

Les génotypes, dont 7 issus de prospections au Maroc et deux d'origine algérienne, sont plantés en lignes à raison de 3 arbres par génotypes. Ces lignes sont situées sur la bordure ouest de la collection des génotypes femelles.

Les observations effectuées ont porté sur :

- la richesse en mammes en hiver (novembre et janvier) ;
- la charge des profichies à la mi-mars et à la mi-juin. La quantification est faite sur un échantillon de 15 rameaux (pris au hasard) par génotype ;
- La qualité des mammes a été évaluée par l'examen des structures internes et l'aspect général des sycones ;
- La charge pollinique est évaluée, visuellement, selon l'intensité du nuage dégagé après une pression manuelle sur une dizaine de profichis ;
- La colonisation en larves de blastophage a été évaluée, par quantification des galles de 10 profichies. Le dénombrement est effectué à l'aide d'une loupe sur des fruits coupés en deux.

Résultats

L'étude a permis d'obtenir les résultats suivants (Oukabli et al.,2001) :

- La phénologie des caprifiguiers se caractérise par un étalement plus ou moins important dans le temps, ce qui permet d'assurer la pollinisation et l'accomplissement du cycle du blastophage. L'initiation des mammes est située en juin, soit un mois avant la période de maturité des figues de consommation.
- La charge en mammes est plus importante en été qu'en hiver, pour tous les clones à l'exception du clone Dokkar tardif. Ce dernier est donc le clone le plus tardif. Front d'Oued n° 3, qui n'a pas produit de mammes est un type unifère.
- La richesse en rameaux fructifères du Dokkar Tardif et Chellah n°3(voir tab.1) leur donne le potentiel de supporter un nombre plus important de mammes.
- L'ostiole dont la taille est petite chez le clone Chellah n°3 pourrait constituer un inconvénient lors de la sortie des femelle adultes après leur émergence.
- Le diamètre des mammes varie de 21mm chez Kasbat Skhirat, à 26.7mm chez Chellah n° 4, avec une moyenne de 24mm (Voir Tab.1).
- Le nombre de galles (Tab.1) qui représente l'importance de la colonisation de la mamme par les larves varie considérablement selon les génotypes. Il peut atteindre 550 chez les clones Front d'Oued 4 et Amellal mais peut se limiter à 200 Chez Titen Scourt.
- La proportion des mammes avortées est faible, ce qui pourrait indiquer une concordance entre le cycle du végétal et celui de l'insecte.
- La corrélation entre la taille de la mamme et l'importance de sa colonisation (Tab.1) n'est pas évidente. Cette importance pourrait être plutôt liée à la capacité d'attraction de la figue en produisant des produits volatiles.

- Les femelles adultes de l'insecte émergent dans les conditions de Meknès vers la fin du mois de Mars. Elle pénètrent dans les profichis néoformées pour effectuer leur ponte. La nouvelle génération qui se chargera de la pollinisation connaîtra son émergence au cours du mois de Juin.
- La tardiveté des clones Dokkar Tarif, Front d'Oued n°4 et Chellah n°3 permettrait aux femelles qui émergent tardivement la possibilité de faire leur ponte et, par conséquent, d'assurer la continuité du cycle de l'insecte.
- A l'exception du clone Ameziane et Front d'Oued 4, la charge pollinique des profichis est généralement élevée (Tab.2).
- Le nombre de profichis par 25cm de longueur se situe aux alentours de 11 en moyenne avec un net détachement pour le clone Ameziane (tab.2) qui est unifère.
- La colonisation par les larves de blastophage est importante chez Kasbat Skhirat et Chellah 4, pendant qu'elle est faible chez Amziane (Tab.2). Elle est moyenne chez les autres.

Conclusion

L'évaluation des caprifiguiers locaux, installés dans la collection d'Ain Taoujdate, nous permet de retenir les clones Dokkar Tardif, Kasbah Skhirat et Chellah 4 pour leurs qualités d'abondance des pousses, de productivité des mammes et de la richesse en pollen. Le clone Amellal peut être également retenu pour sa richesse en galles, ce qui pourrait laisser supposer que ses figes ont un pouvoir élevé d'attraction. Les autres présentent certaines qualités mais sont moins performants.

Tableau 1: Abondances des mammes et importance de la colonisation des fleurs

Génotypes	Importance pousses	Nombre de mammes/25cm		Diamètre mammes (mm)	Nombre de Galles/profichi	Corrélation Diamètre et galles
		15/11	25/1			
Amellal	Moy.	0.4	4.5	24.9	556	-0.05
Ameziane	Réd.	0.5	1.5	22.4	392	0.19
Dokkar tardif	Abon.	4.6	2.5	22.7	380	-0.94
Kasbah skhirat	Moy.	0.0	3.0	21.0	285	0.21
Front d'oued4	Réd.	2.9	1.0	26.8	550	0.68
Chellah4	Abon.	1.5	4.2	26.7	260	0.85
Front d'oued3	Moy.	0.0	0.0	-	-	0.31
Titen Scourt	Moy.	0.7	2.5	19.7	202	-0.25
Ouzidane	Moy.	0.0	2.0	20.2	278	0.18
	-	1.17	2.35	22.7	361	0.24

Tableau 2: Richesse en profichis et charge pollinique des sycones

Génotypes	Nombre de mammes/25cm		Colonisation par les larves blastophage	Richesse en pollen
	15/11	25/1		
Amellal	9.3	0.00	Moy	Moyenne
Ameziane	17.0	0.00	Faible	Faible
Dokkar tardif	7.9	2.00	Moy	Importante
Kasbah skhirat	9.7	2.10	Forte	Moyenne
Front d'oued4	12.7	5.20	Moy.	Faible
Chellah4	12.5	5.50	Forte	Abondante
Front d'oued3	8.7	1.35	Moy.	Moyenne
Titen Scourt	9.7	2.20	Moy.	Importante
Ouzidane	10.9	3.50	Moy.	Moyenne
	10.9	2.4		-

Références bibliographiques

Anstett, M.C., M.Hossaert-McKey and F.Kjellberg, 1997. Figs and pollinators: evolutionary conflicts in a coevolved mutualism. *Tree* vol.12, n°3 PP:94-99.

Hossaert-McKey, M.Gibernau and J.E.Frey, 1994. Chemosensory attraction of fig wasps to substances produced by receptive figs. *Entomol.exp.appl.* 70:185-191

Kjelberg, F.A.Aljibouri et G.Valdeyron, 1983. Observations récentes sur la pollinisation du figuier. *Fruits*.Vol.38,n°7-8 PP:567-569

Kjelberg, F. and G.Valdeyron, 1984. The pollination of the fig tree (*Ficus carica* L.) and its control in horticulture. *Acta Oecologica/oecol.Gener*, Vol.5, PP.407-412

Kjelberg, F., P.H.Gouyon, M.Ibrahim, M.Raymon and G.Valdeyron, 1987. The stability of the symbiosis between dioecious figs and their pollinators: a study of *Ficus carica* L. and *Blastophaga psenes* L.

Kjelberg, F. and G.Valdeyron, 1990. Species-specific pollination: a help or a limitation to range extension?, *Biological invasions in europe and mediterranean basin*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Pp: 371-378.

Khadari, B., M.Bibernau, M.C.Anstett, F.Kjelberg and M.Hossaert-McKey, 1995. When figs wait for pollinators: the length of fig receptivity. *American Journal of Botany*, 82(8):992-999.

Oukabli, A., Mamouni, A. et Laghezali, M, 2001, Evaluation des caprifiguiers locaux et leur interet pour la pollinisation, *Acta Horticulturae* (Sous presse).

Valdeyron, G. and D.G.Lloyd, 1979. Sex differences and flowering phenology in the common fig, *Ficus carica* L. *Evolution*, 33(2) pp: 673-685

Vidaud, J., 1997. Le figuier, monographie. Ctifel.