

BIOLOGIE FLORALE DE L'AVOCATIER EN CORSE

J. LICHOU et R. VOGEL

BIOLOGIE FLORALE DE L'AVOCATIER EN CORSE

J. LICHOU et R. VOGEL (IFAC)

Fruits, Oct. 1972, vol. 27, n°10, p. 705-717.

RESUMÉ - Une étude de la biologie florale de quelques variétés d'avocatier a été entreprise en Corse, au cours du printemps 1972. Elle a permis de constater que la durée des cycles floraux était la plupart du temps bien supérieure à celle des cycles décrits par NIRODY et STOUT.

Il semble qu'une étroite relation existe entre les variations de la température maxima et les perturbations enregistrées dans le déroulement des cycles floraux. Les variations de température permettent un chevauchement parfois important des phases femelles et mâles, mais elles ne favorisent pas pour autant la nouaison.

INTRODUCTION

Les premières variétés commerciales d'avocatier ont été introduites en Corse lors de la création de la Station de Recherches agrumicoles de San Giuliano en 1957-1958 (14). Depuis cette date, une collection de 76 variétés a été constituée à la Station. Elle avait permis d'étudier jusqu'à présent le comportement des variétés existantes sous les conditions écologiques de la Corse (15), en particulier leur résistance au froid et leur production. Il a paru très utile de compléter nos connaissances sur cette espèce fruitière par une étude de sa biologie florale.

Depuis 1922, grâce aux travaux de NIRODY (5) puis de STOUT (10, 11), nous savons que la fleur de l'avocatier présente un phénomène de dichogamie accusé ; les organes mâles et femelles d'une même fleur n'arrivant pas à maturité en même temps. Ces auteurs classaient les variétés en deux catégories :

Groupe A : les fleurs sont à la phase femelle le matin, puis à la phase mâle le lendemain après midi, après une fermeture intermédiaire de la fleur pendant 24 heures (durée totale du cycle floral de 36 heures).

Groupe B : les fleurs sont à la phase femelle l'après midi, se referment pendant la nuit pour s'ouvrir à nouveau (phase mâle) le lendemain matin (durée totale du cycle de 24 heures au maximum).

Des cycles floraux très stricts ont été observés, en particulier par PHILIPPE (7) au Congo ex-belge, et ont fait recommander les plantations mixtes associant des variétés des deux groupes floraux (12). Cependant, même dans ces conditions, les récoltes obtenues dans certains vergers étaient faibles (2).

Dès 1923, STOUT (10) signalait que les variations des conditions météorologiques pendant la floraison, entraînaient des perturbations importantes dans l'évolution des cycles floraux qui permettaient le chevauchement des phases femelles et mâles. L'autopollinisation d'arbres isolés devenait alors possible dans ces conditions (13), bien que parfois ces variations climatiques gênent l'activité des insectes pollinisateurs com-

me STOUT et SAVAGE (12) le notaient. HODGSON (3) soulignait le rôle prépondérant des abeilles dans la pollinisation et pensait que les chevauchements des phases étaient souvent suffisants pour éviter la création de plantations mixtes.

Tous les auteurs précisaient que les variations des conditions météorologiques avaient une influence à la fois sur la durée de la floraison et sur le cycle floral lui-même. Ainsi SCHROEDER (9) remarquait que lorsque les conditions climatiques sont défavorables à la nouaison, la floraison, au lieu de durer un mois, pouvait s'étaler sur plus de six mois.

LESLEY et BRINGHURST (4) ont établi que le cycle floral ne se déroulait normalement que sous certaines conditions de température bien déterminées :

Groupe A : température minimale égale ou supérieure à 6°5 et maximale égale ou inférieure à 19°.

Groupe B : température minimale égale ou supérieure à 10°5 et maximale égale ou inférieure à 20°.

ROBINSON et SAVAGE (8) remarquaient que certaines fleurs du type B accomplissaient leur cycle floral en une seule journée par temps frais, ces fleurs n'avaient pas de phase femelle. ABRAMS et ses collaborateurs (1) observaient qu'une partie des fleurs du groupe B pouvaient rester fermées 36 heures au lieu de 12, allongeant ainsi leur cycle complet de 24 heures. Enfin PETERSON (6) notait que la plus faible production des arbres du groupe B sur la côte californienne par rapport à ceux des vallées intérieures, devrait être associée aux plus basses températures enregistrées sur la côte pendant la floraison.

Ces importantes variations du cycle floral et leur influence sur la production de l'avocatier, nous ont incité à étudier la biologie florale de cette espèce sous les conditions écologiques de la Corse. La position très septentrionale de l'île pour cette culture et les modifications importantes de température enregistrées en général au cours du printemps, devaient selon nous, permettre de vérifier le rôle de celle-ci sur le déroulement de la floraison et sur la nouaison, et de déterminer les causes de la faible productivité de certaines variétés.

MATÉRIEL ET MÉTHODES.

GENERALITÉS.

Il n'était malheureusement pas possible de suivre l'évolution des fleurs des 76 variétés groupées dans la collection de la Station. Aussi, arbitrairement avons-nous choisi seulement 7 de ces variétés : 'Fuerte' et 'Nabal' du type de floraison B, 'Hass', 'Nowels' et 'Topa Topa' de la catégorie A et 'Corona' et 'Mesa' pour lesquelles nous ignorions le type floral.

Les premières observations ont porté sur des bouquets floraux situés au nord, à l'est, au sud et à l'ouest de chaque arbre choisi. Les premiers résultats enregistrés montrèrent que cette distinction d'exposition était inutile, c'est pourquoi, par la suite, les notations ont été limitées, pour un même arbre, aux fleurs d'un bouquet floral exposé au soleil et à celles d'un bouquet floral situé à l'ombre.

Sur chaque bouquet floral, 5 à 6 fleurs étaient marquées à l'aide de morceaux de laine de couleurs différentes qui permettaient un repérage rapide de chaque fleur et l'observation du comportement individuel de chacune d'entre elles.

Il ne nous a pas été possible d'utiliser une caméra pour filmer l'évolution des fleurs comme l'ont fait certains chercheurs américains. Nos observations étaient effectuées chaque jour aux heures suivantes : 8 h, 12 h, 14 h et 18 h. Certains jours des relevés complémentaires ont été jugés indispensables pour vérifier le déroulement de certains cycles floraux anormaux. Nos observations n'ont donc qu'une précision approximative, à une ou deux heures près.

Le nombre d'observations effectuées chaque jour était d'environ 400 en mars puis il fut réduit à 300 environ en avril et en mai.

Les enseignements que nous avons pu tirer de cette étude préliminaire devront être complétés pendant plusieurs années de suite afin de pouvoir tirer des conclusions définitives.

STADES DE FLORAISON.

Avant d'entreprendre l'étude du cycle floral des variétés que nous avons choisies, il nous a paru indispensable de déterminer certains stades repères qui devaient nous permettre, par la suite, de suivre l'évolution des fleurs de l'avocatier.

Sept stades ont été notés. Il s'agissait des repères suivants :

Stade 1 : fleur non épanouie.

Stade 2 : fleur ouverte à la phase femelle. Les 9 étamines sont bien écartées et le stigmate est blanc et

réceptif.

Stade 3 : fleur fermée. Cette phase a été baptisée «fermeture intermédiaire» puisqu'elle correspond à la fermeture entre la phase femelle et la phase mâle.

Stade 4 : fleur ouverte à la phase mâle. 3 étamines se sont rapprochées du stigmate qui est déjà, la plupart du temps, de couleur brune, mais aucune étamine n'est déhiscente. Ce stade a une durée importante à certaines périodes de la floraison comme nous le noterons par la suite.

Stade 5 : c'est le stade mâle «actif». Les valvules s'ouvrent et le pollen est libéré (l'ouverture de toutes les valvules ne s'effectuant pas en même temps, c'est l'ouverture de la première de celle-ci qui a été notée).

Stade 6 : la fleur commence à se refermer après libération du pollen.

Stade 7 : la fermeture de la fleur est complète.

RELEVÉS MÉTÉOROLOGIQUES.

La Station possède un poste météorologique complet distant de 200 mètres de la collection d'avocatsiers. Il nous a donc été facile d'obtenir les principales caractéristiques des conditions climatiques pendant la floraison. Chaque phénomène relevé dans l'évolution des fleurs d'avocatier pouvait être immédiatement comparé aux variations météorologiques, en particulier à celles des températures maxima et minima, de l'hygrométrie ou de l'ensoleillement. Les rapprochements qui ont pu être déterminés seront évoqués dans le chapitre réservé à la discussion.

Nous donnons ci-après les graphiques des températures minima et maxima enregistrées à la Station pendant la période de floraison des avocatsiers.

RÉSULTATS.

GÉNÉRALITÉS.

Durée de la floraison.

En 1972, l'épanouissement des premières fleurs d'avocatier a été noté le 14 février. Comme chaque année les variétés de race «mexicaine», en particulier 'Mexicola' et 'Topa Topa' ont fleuri les premières. Il est d'ailleurs à noter qu'en Corse, ces deux variétés fleurissent régulièrement à l'automne. Les années à hiver doux, les fruits issus de ces fleurs passent l'hiver sans dommage et arrivent à maturité en août-septembre, 15 jours à un mois avant la maturité des fruits de la floraison printanière.

Les variétés des autres races fleurissent plus tardivement que les «mexicaines» au printemps et elles n'ont qu'une seule floraison.

Le tableau 1 montre l'échelonnement de la floraison des variétés choisies pour cette étude.

Influence de l'exposition des bouquets floraux.

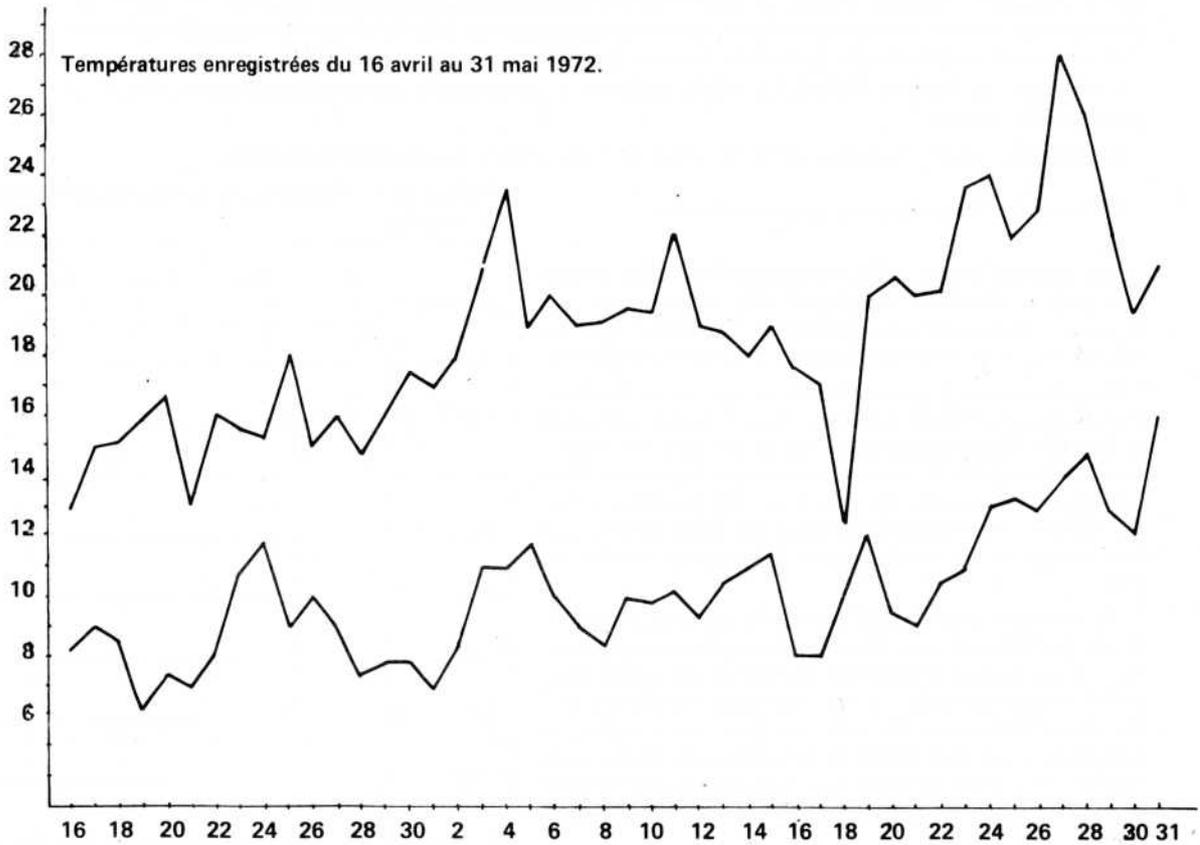
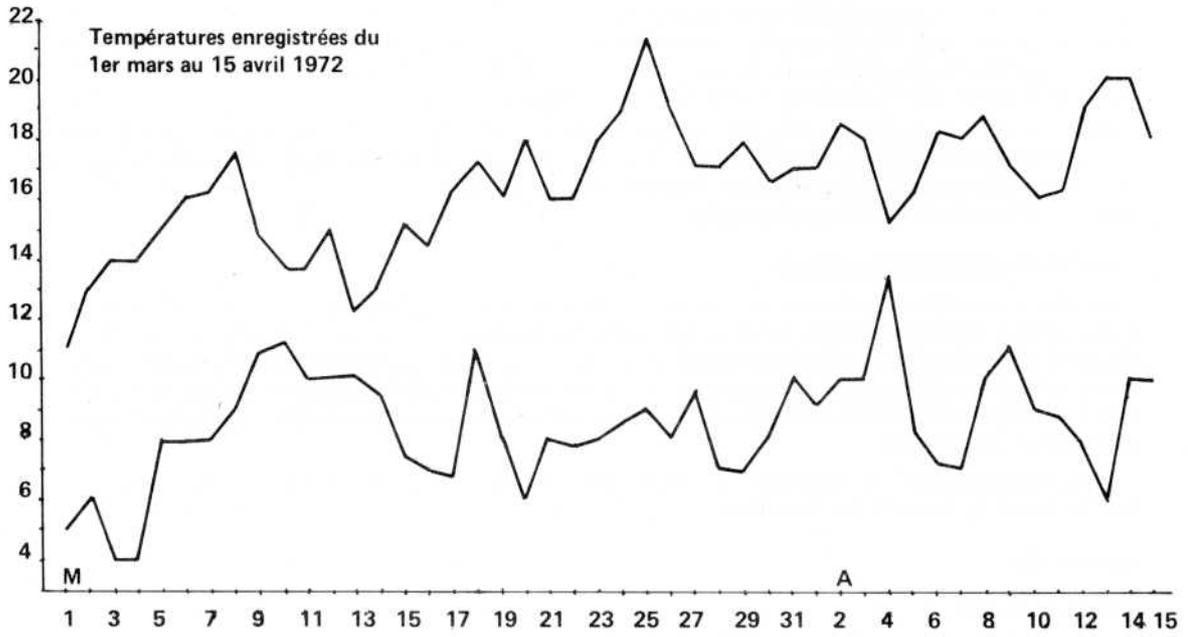
Les rameaux situés à des expositions ensoleillées du secteur sud-est fleurissent en général plus précocement que ceux des expositions plus ombragées du secteur nord ou nord-ouest, et ils achèvent également leur floraison plus tôt.

Ce phénomène est général en mars et en avril et sur toutes les variétés en cours de floraison. Ainsi 'Corona' a présenté sa première fleur sur un rameau exposé au sud-est le 6 mars, mais ce n'est que le 11 mars seulement que la première fleur est apparue sur un rameau de la face nord du même arbre. Sur 'Fuerte', le décalage d'ouverture des fleurs a été encore plus marqué et il a atteint jusqu'à 17 jours sur certains arbres.

Au contraire, pour 'Nabal' dont la floraison est plus tardive, les différences d'exposition des fleurs n'avaient plus d'influence sur la date d'ouverture de celle-ci. Il semble donc que la température joue un rôle important dans l'évolution des fleurs d'avocatier. En effet, en début de floraison, la température est plus élevée en exposition ensoleillée qu'à l'ombre, et à cette période, une température relativement froide freine l'évolution des fleurs non exposées au soleil.

TABLEAU 1 - Étalement de la floraison des variétés d'avocatsiers.

Variétés	Fev.		Mars		Avril		Mai		Juin
	10	20	10	20	10	20	10	20	10
Topa Topa	—		—		—		—		—
Fuerte	—		—		—		—		—
Corona	—		—		—		—		—
Mesa	—		—		—		—		—
Nowels	—		—		—		—		—
Hass	—		—		—		—		—
Nabal	—		—		—		—		—



Particularités anatomiques.

Certaines particularités anatomiques des fleurs d'avocatier ont pu être observées au cours de cette étude. Il s'agit en particulier :

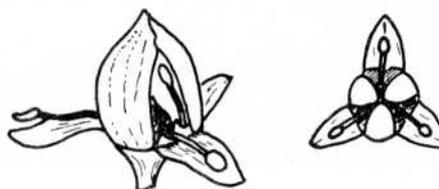
- pour 'Topa Topa', l'apparition en mai, d'inflorescences supplémentaires, au milieu des restes d'inflorescences précédentes complètement déflorées. Ces fleurs ont eu un comportement normal (photo 1).

- pour 'Mesa', de nombreuses fleurs ont présenté des organes supplémentaires, en général 8 sépales, 12 étamines et parfois 2 carpelles. Rappelons qu'une fleur normale d'avocatier ne comporte que 6 sépales, 9 étamines et 1 carpelle (photo 2).

- pour 'Corona' (schéma 1), certains jours les fleurs semblaient présenter des difficultés à s'épanouir complètement, principalement à la phase femelle. Dans ce cas, seuls 3 sépales s'ouvraient et 3 étamines s'écartaient du pistil. Les 3 autres sépales restaient fermés et gardaient ainsi prisonniers les autres étamines et les organes femelles. Dans ces conditions, il est probable qu'aucun pistil de ces fleurs n'ait pu être pollinisé. A la phase mâle, certaines de ces fleurs ont présenté les mêmes caractéristiques, mais beaucoup moins fréquemment qu'à la phase femelle.

- pour 'Fuerte', 'Corona' et 'Nowels', certaines fleurs ne se sont pas fermées au stade 3 et l'ouverture des valvules a succédé immédiatement à la phase femelle.

Schéma 1.



Épanouissement incomplet d'une fleur de 'Corona'

DIFFÉRENCES DE LA LONGUEUR DU CYCLE FLORAL SUIVANT LES VARIÉTÉS.

La durée du cycle floral, c'est-à-dire le temps compris entre la première ouverture de la fleur à la phase femelle et la fermeture complète de la même fleur après la phase mâle, est très variable suivant les variétés (tableau 2).

TABLEAU 2 - Durée totale des cycles floraux des variétés observées (en heures).

Variétés	Durée des cycles floraux (en heures)			
	minimum	moyenne inférieure	moyenne supérieure	maximum
Topa Topa	48	96	120	168
Fuerte	8	32	52	76
Mesa	32	46	70	78
Corona	21	46	70	92
Nowels	20	68	78	96
Hass	32	70	72	76
Nabal	23	24	24	25

Le cycle floral de l'avocatier est donc extrêmement variable, en durée, suivant les variétés. Il peut durer 24 heures pour 'Nabal' ou atteindre 168 heures (7 jours) pour 'Topa Topa', sous les conditions écologiques de la Corse.

Il apparaît, d'après le tableau 2, que les cycles floraux des variétés considérées sont d'une longueur anormale qui ne correspond pas à celle définie par les différents auteurs étrangers, sauf pour 'Nabal' qui présente un cycle B typique. Le tableau 2 montre également combien ces cycles sont irréguliers.

Les différences dans la durée du cycle floral sont principalement dues aux variations importantes notées au stade 3 (fermeture intermédiaire) et aux stades 4 et 5 (phase mâle), comme l'illustre le tableau 3.

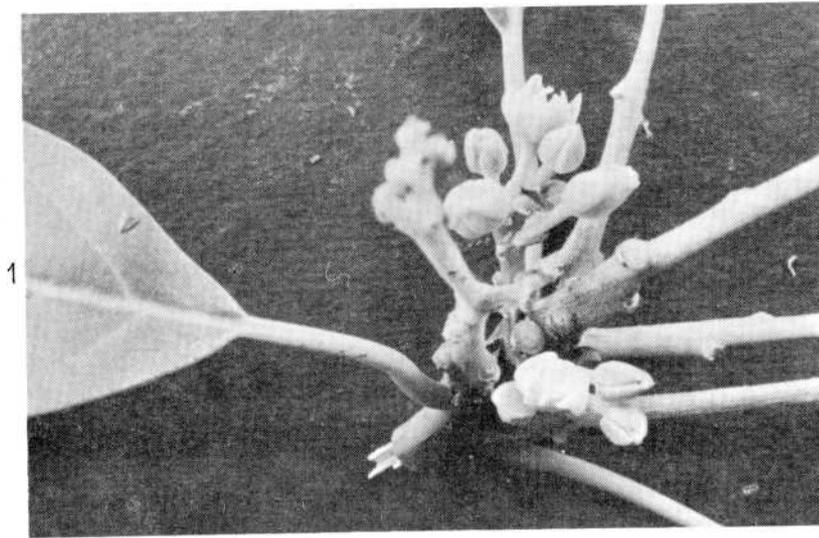


Photo 1 - Inflorescence supplémentaire apparue au cours du mois de mai sur 'Topa Topa'.

Photo 2 - Présence de fleurs à 8 sépales, 12 étamines et 2 carpelles sur les arbres de la variété 'Mesa'.

Photo 3 - Jeunes fruits de la variété 'Topa Topa'.

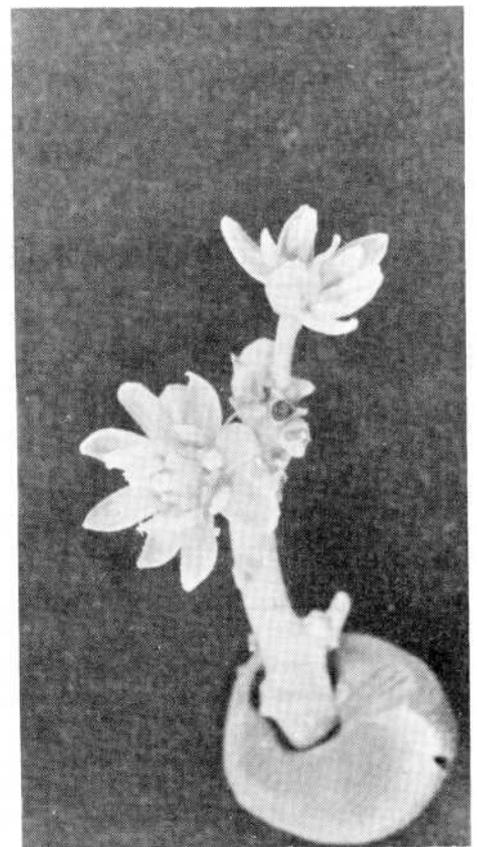
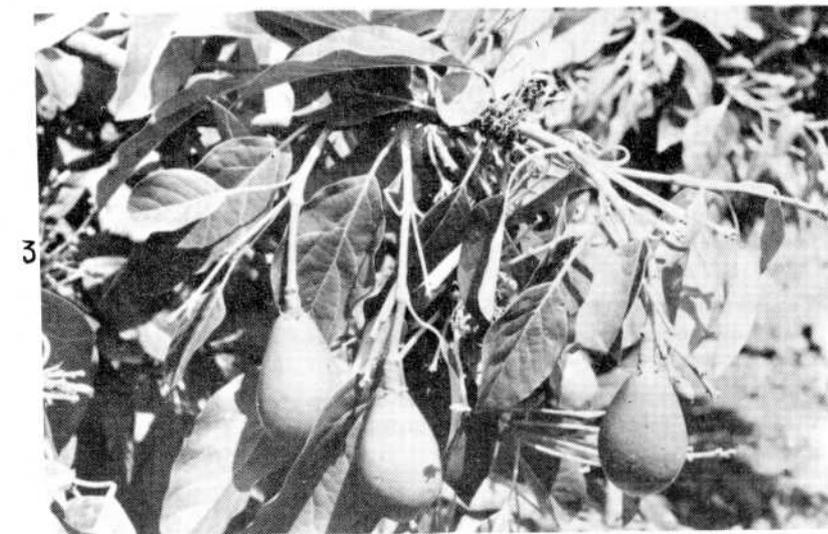
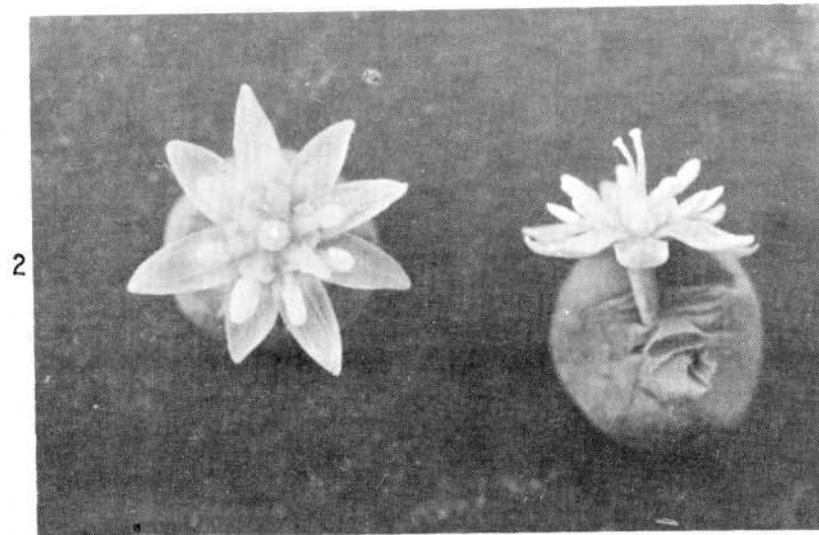


Photo 4 - Présence sur une même hampe florale de la variété 'Mesa' d'une fleur à la phase femelle (en bas) et d'une fleur à la phase mâle (en haut).

TABLEAU 3 - Variations de la durée des différents stades floraux. (en heures).

Variétés	Phase femelle (stade 2)		Fermeture intermédiaire (stade 3)		Phase mâle (stades 4 et 5)	
	minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Topa Topa	3	28	17	108	8	72
Fuerte	3	20	12 (1)	44	3	48
Mesa	3	20	22	48	3	40
Corona	4	28	20 (1)	48	3	40
Nowels	3	20	20 (1)	60	4	44
Hass	4	8	22	60	4	20
Nabal	4	6	12	13	5	6

(1) - quelques fleurs de ces variétés ne se sont pas fermées au stade 3 et l'ouverture des valvules a succédé immédiatement à la phase femelle.

DIFFÉRENCES DANS LA LONGUEUR DU CYCLE FLORAL POUR UNE MEME VARIÉTÉ.

Le tableau 4 donne les caractéristiques typiques des cycles suivis par la majorité des fleurs à certaines époques de la floraison. Les principales de ces caractéristiques variétales sont les suivantes :

Variété 'Topa Topa'.

Jusqu'au 24 mars, la fleur s'ouvre généralement le matin à la phase femelle et reste à ce stade jusqu'à 18 heures (soit environ pendant 10 heures). Fin mars ou en avril, ce stade est retardé dans l'après-midi ou en soirée et se poursuit pendant toute la nuit et une partie du lendemain (soit pendant 15 à 24 heures). En mai la phase femelle a lieu à nouveau dans la matinée.

Début mars, les fleurs restent fermées très longtemps au stade 3, jusqu'à 108 heures (4 jours et demi). Cette fermeture sera de plus en plus courte au fur et à mesure de l'avancement de la saison. Une fermeture intermédiaire d'une telle importance n'avait jamais été signalée à notre connaissance. Les heures de début et de fin de cette phase sont très variables suivant les fleurs.

La phase mâle est également très longue en mars, période pendant laquelle on observe un stade 4 qui dure jusqu'à 66 heures. Ce stade 4 a tendance à diminuer en avril et il disparaît en mai sur les dernières fleurs épanouies. La phase mâle proprement dite (stade 5) est assez longue en général, souvent supérieure à 24 heures.

Les variations du cycle floral de 'Topa Topa' sont donc très importantes et on a beaucoup de difficultés à observer un cycle A typique tel qu'il a été défini par NIRODY et STOUT.

Variété 'Fuerte'.

A la phase femelle, l'heure d'ouverture a été très variable. Elle avait lieu au cours de la matinée en mars, tôt le matin ou seulement dans l'après-midi en avril. Dans ce dernier cas, la fleur pouvait rester ouverte toute la nuit ou se fermer dans la soirée. Ce n'est qu'en mai que la phase femelle débute régulièrement en début d'après-midi.

Pendant la période du 6 au 16 mars on n'a pas observé de fleurs à la phase femelle sur cette variété.

La fermeture intermédiaire (stade 3) est plus ou moins longue sans qu'on puisse noter de rapport entre la durée de ce stade et l'heure de fermeture de la phase femelle. Elle se termine en général dans la matinée. Quelques fleurs n'ont pas présenté de stade 3 et la phase mâle succédait immédiatement à la phase femelle.

La phase mâle (stades 4 et 5) a une durée qui varie entre 3 et 48 heures, quelque soit l'heure d'ouverture. Début mars, le stade 4 est assez long, de l'ordre de 24 à 30 heures, alors qu'en mai ce stade passe complètement inaperçu.

Ce n'est pratiquement que sur les dernières fleurs du mois de mai que l'on retrouve un cycle B caractéristique de 'Fuerte'. A cette époque on note cependant que l'ouverture à la phase mâle est parfois retardée de 24 heures sur certaines fleurs, ce qui confirme les observations d'ABRAMS et coll. (1).

TABLEAU 4 - Récapitulatif des cycles floraux.

		8	12	14	18	8	12	14	18	8	12	14	18	8	12	14	18	8	12	14	18	8	12	14	18
TOPA TOPA	mi-mars	[-----]																							
	fin-mars	[-----]																							
	avril	[-----]																							
	mai	[-----]																							
FUERTE	mi-mars	[-----]																							
	fin mars	[-----]																							
	avril	[-----]																							
	mai	[-----]																							
MESA	mi-mars	[-----]																							
	fin mars	[-----]																							
	avril	[-----]																							
	mai	[-----]																							
CORONA	mi-mars	[-----]																							
	fin mars	[-----]																							
	avril	[-----]																							
NOWELS	mi-mars	[-----]																							
	fin mars	[-----]																							
	avril	[-----]																							
HASS	avril	[-----]																							
	mai	[-----]																							
NABAL	mai	[-----]																							

----- stade 2
 ----- stade 3
 ----- stade 4
 stade 5

Variété 'Mesa'.

La durée de la phase femelle varie relativement peu, entre 4 et 6 heures en moyenne, et l'heure d'ouverture de la fleur à ce stade est plus matinale en mai qu'en mars.

La fermeture intermédiaire (stade 3) est de plus en plus courte au fur et à mesure de l'avancement de la saison, ce qui entraîne un raccourcissement de la longueur du cycle floral.

Sauf en mars, la phase mâle active (stade 5) est assez brève. Comme pour les autres variétés le stade 4 disparaît en mai. Si on se base sur le cycle des dernières fleurs observées on peut considérer que 'Mesa' appartient au groupe floral A.

Variété 'Corona'.

Pratiquement cette variété s'est comportée de la même manière que 'Mesa' et nous la considérons également comme appartenant au type floral A. 'Corona' a présenté quelques fleurs sur lesquelles nous n'avons pas pu observer le stade 3.

Variété 'Nowels'.

La phase femelle débute en cours ou en fin d'après-midi en mars, puis a tendance à se produire de plus en plus tôt en avril et en mai. La phase de fermeture intermédiaire (stade 3) est très raccourcie en mai comme chez la plupart des autres variétés. En fin de floraison on note également l'absence de stade 4 et une phase mâle active (stade 5) assez courte, de l'ordre de 4 heures.

En définitive il a fallu attendre la floraison des dernières fleurs de 'Nowels' pour observer des cycles appartenant vraiment au type A décrit par NIRODY et STOUT.

Variété 'Hass'.

Le phénomène de raccourcissement du cycle floral au fur et à mesure de l'avancement de la saison est très net sur cette variété. La phase femelle qui débutait vers midi en avril, commence vers 8 heures du matin en mai.

La phase mâle se produisait souvent en fin d'après-midi en avril, mais les étamines ne devenaient parfois déhiscents (stade 5) que le lendemain matin. En mai, nous notons la disparition du stade 4 et l'apparition de fleurs à cycles de type A. Cependant nous remarquons que la plupart des fleurs ont alors une phase mâle avancée et d'une durée supérieure à celle du cycle A typique.

Variété 'Nabal'.

En Corse, 'Nabal' fleurit assez tardivement (tableau 1), à une période où les conditions climatiques sont plus favorables que précédemment au déroulement normal de la floraison. C'est sans doute pourquoi peu de perturbations ont été observées dans le cycle floral de cette variété. Le 27 avril et le 15 mai, la phase mâle a cependant duré toute la journée, sans que l'on puisse vraiment donner une explication valable à cette modification de phase.

Mis à part ces exceptions, 'Nabal' s'est comportée comme une variété de type floral B.

A partir de ces observations effectuées au printemps 1972 sur la floraison de quelques variétés d'avocatier, nous pouvons donc faire les remarques suivantes :

- En Corse, le cycle floral des avocats ne suit pas de règles strictes et il est souvent difficile de voir apparaître des cycles typiques comme ceux décrits par NIRODY et STOUT.
- Au fur et à mesure que la saison s'avance nous pouvions remarquer des modifications dans le cycle floral, en particulier :
 - la durée du cycle floral de la plupart des variétés diminuait. Cette diminution provenait principalement du raccourcissement de la fermeture intermédiaire des fleurs (stade 3),
 - le stade 4 (ouverture au stade mâle avant la déhiscence des anthères) prenait une importance de moins en moins grande puis disparaissait complètement,
 - des cycles typiques A ou B n'apparaissaient qu'en mai c'est-à-dire à la fin de la floraison.

A notre connaissance, des perturbations dans la biologie florale de l'avocatier de l'ordre de celles observées en Corse n'avaient jamais été décrites précédemment. Dans le chapitre suivant nous allons essayer de déterminer les raisons de ces modifications.

DISCUSSION

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LA LONGUEUR DU CYCLE FLORAL.

Nous avons relevé des différences de longueur de cycle pour toutes les variétés observées, sauf pour 'Nabal'. Pour déterminer l'influence de la température sur le déroulement du cycle floral nous prendrons pour exemple une variété de type A : 'Topa Topa' et une variété de type B : 'Fuerte'.

Variété 'Topa Topa'.

Début mars, le cycle floral de 'Topa Topa' se poursuivait pendant 6 à 7 jours. A cette époque, les températures minima étaient faibles et les maxima atteignaient rarement 15°C.

A partir du 13 mars, le cycle floral se réduit d'une journée ou deux. Or, c'est justement à partir du 13 mars que nous notons une augmentation des températures maxima. Cette réduction de la longueur du cycle est particulièrement sensible les 16-17 et 18 mars puis les 23-24 et 25 mars. Au contraire, une baisse des températures maxima les 26, 27 et 28 mars et les 9 et 10 avril correspond à un allongement du cycle floral qui passe à nouveau de 4 à 5 jours.

Il faudra attendre la dernière décade du mois de mai pour observer un cycle normal de type A. A cette époque les journées sont ensoleillées, les températures maxima supérieures à 20° et les minima en augmentation sensible.

Phase femelle (stade 2).

Du 9 au 24 mars, les fleurs de 'Topa Topa' restent à la phase femelle de 8 à 18 h, c'est-à-dire 4 heures de plus que la normale. Du 24 au 31 mars et du 6 au 11 avril, la phase femelle s'allonge et peut durer 24 heures sans qu'aucune fermeture ne se produise pendant la nuit. Cette modification de longueur de la phase femelle correspond à des abaissements de la température maxima.

Une phase femelle d'une durée de 5 à 8 heures ne sera notée qu'en fin mai époque à laquelle les températures maxima et minima sont relativement élevées. Dans ce cas elle débute vers 10 heures et se termine dans l'après-midi.

Phase de fermeture intermédiaire (stade 3).

Sur 'Topa Topa' il semble que ce soit cette phase du cycle floral qui subisse l'influence la plus importante des variations de la température. On remarque en effet une tendance générale à un raccourcissement de cette phase au fur et à mesure que les températures maxima augmentent. Début mars, la fermeture intermédiaire se poursuit pendant 3 jours, elle n'est plus que de 2 jours en avril et de 24 heures ou moins en mai.

Les 24-25 et 26 mars, l'augmentation des températures maxima se traduit immédiatement par une réduction de ce stade à 36 ou 48 heures contre 72 heures les jours précédents. Au contraire, l'abaissement des températures maxima des 27 et 28 mars provoque un nouvel allongement du stade 3 qui dure alors 60 heures.

Phase mâle (stades 4 et 5).

En général, la durée de la phase mâle active (stade 5) est très longue chez 'Topa Topa', souvent supérieure à 24 heures. Elle ne semble pas être très influencée par les variations de température.

Au contraire, le stade 4 subit d'importantes modifications au cours des trois mois de la floraison de cette variété. C'est ainsi qu'en mars, la durée de ce stade peut se prolonger pendant 66 heures, alors qu'en mai il est pratiquement inexistant. Il semble, d'après nos observations, que la température ne joue qu'un rôle secondaire dans l'évolution de ce stade et que ce soit plutôt l'ensoleillement et l'hygrométrie qui influenceraient l'ouverture des valvules.

Chevauchement des phases.

En mars et en avril, les phases femelles et mâles de 'Topa Topa' se chevauchent pendant de nombreuses heures, chaque phase étant anormalement longue. Il semble cependant que cette juxtaposition des phases ne soit pas suffisante pour permettre une bonne nouaison, puisque la production des arbres est faible (15). Les basses températures enregistrées pendant la floraison doivent avoir une influence directe sur la nouaison.

Fin mai, le chevauchement des phases ne peut avoir lieu qu'en début d'après-midi, mais à cette période de la journée l'activité des insectes pollinisateurs est intense et la nouaison est meilleure (photo 3).

Variété 'Fuerte'.

Comme pour 'Topa Topa', la longueur du cycle floral de 'Fuerte' semble en relation directe avec les variations de température. C'est ainsi qu'en mars, ce cycle peut atteindre 76 heures, alors qu'en mai, il n'est que de 24 heures ou, au plus, de 48 heures. Ce n'est qu'en mai que le cycle peut être considéré comme normal.

Des cycles longs ont été observés du 20 au 23 mars, du 26 au 18 mars et du 8 au 11 avril. Pendant ces périodes les températures maxima étaient en baisse. Au contraire, un raccourcissement net des cycles était noté du 23 au 25 mars, du 30 mars au 2 avril, du 13 au 14 avril et du 24 au 27 mai ; périodes pendant lesquelles les températures maxima augmentaient.

Phase femelle (stade 2).

En général, la phase femelle de 'Fuerte' est très courte, souvent de l'ordre de 3 à 4 heures. A quelques reprises nous avons cependant noté la poursuite de la phase femelle pendant toute une nuit. Ce phénomène s'est produit les 29 et 30 mars et du 6 au 8 avril alors qu'on observait un fléchissement des températures maxima et minima.

Au cours des journées des 23, 24, 25, 29, 30 mars et du 6 avril, les fleurs de 'Fuerte' se sont ouvertes à la phase femelle à toutes les heures de la journée, sans que l'on puisse attribuer ce phénomène à un facteur météorologique quelconque.

Rappelons enfin, que du 9 au 14 mars, les fleurs de 'Fuerte' n'ont jamais présenté de phase femelle.

Phase de fermeture intermédiaire (stade 3).

Très longue début mars, cette phase de fermeture intermédiaire s'est raccourcie en avril puis en mai. Ainsi, de 44 heures le 16 mars, elle ne durait que 20 à 24 heures fin mars et seulement 12 à 15 heures fin mai. Il semble donc que, comme pour Topa Topa, l'augmentation des températures au cours de l'avancement de la saison soit la cause du raccourcissement du stade 3 de 'Fuerte'.

Phase mâle (stades 4 et 5).

En mars, la phase mâle de 'Fuerte' est assez longue, souvent supérieure à 24 heures. Cette particularité tient principalement au fait que le stade 4 atteint lui même parfois 24 heures. Comme pour les autres variétés observées, ce stade 4 disparaît en mai, lorsque les températures sont suffisamment élevées.

Chevauchement des stades.

Le chevauchement des phases femelles et mâles est observé pratiquement tous les jours, en milieu de journée, en mars et en avril. En mai les fleurs à la phase mâle sont fermées avant l'ouverture des fleurs à la phase femelle. Comme pour 'Topa Topa', le chevauchement des phases en mars et en avril ne semble pas être très bénéfique pour la production de 'Fuerte', car à cette époque la nouaison est insignifiante.

Variétés 'Mesa', 'Corona', 'Nowels' et 'Hass'.

L'observation de phénomènes similaires à ceux qui ont été notés précédemment a pu être effectuée sur ces variétés (tableau 4). Dans tous les cas, nous avons remarqué un raccourcissement du cycle floral avec l'augmentation des températures maxima, et ce n'est qu'au cours de la dernière décade du mois de mai que nous avons pu noter la présence de cycles normaux. Par contre, pour 'Corona' dont la floraison s'est terminée le 15 mai, il n'a pas été possible d'observer un seul cycle A typique.

Ces variétés, comme les précédentes, subissent des modifications dans leur cycle floral dès que les températures maxima varient dans de faibles proportions (photo 4).

Variétés 'Nabal'.

'Nabal' fleurit tardivement à une période où les températures sont en hausse, c'est pourquoi peu de perturbations de cycle ont été notées sur cette variété. La phase mâle ne comprend pas de stade 4 et il n'y a pas de chevauchement de phases. Malgré cela, 'Nabal' est la variété qui est la plus productrice de toutes celles en collection à la station (15).

Des observations effectuées en Corse cette année, il semble donc que la durée du cycle floral des variétés choisies est en relation directe avec les variations des maxima de température. Dès que les maxima augmentent, l'évolution des fleurs est plus rapide et le cycle floral se trouve raccourci. Il semble également qu'une tendance générale à l'augmentation ou à la baisse de ces maxima soit parfois suffisante pour modifier le cycle floral.

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE SUR LES HEURES D'OUVERTURE DES FLEURS.

STOUT et SAVAGE (12) avaient noté une influence de la température sur l'heure d'ouverture des fleurs d'avocatsiers. Ils considéraient que l'augmentation de la température hâtait l'heure d'ouverture des fleurs.

Nous avons essayé de déterminer ce qu'il en était sous les conditions écologiques de la Corse.

Influence sur l'ouverture de la phase femelle (stade 2).

Il semble bien que pour certaines variétés de type floral A comme 'Corona', 'Nowels' et 'Hass', on puisse noter un avancement de la période d'ouverture des fleurs à la phase femelle (tableau 4) au fur et à mesure de l'avancement de la saison. L'augmentation générale de la température entre mars et mai permet à ces variétés de trouver petit à petit un cycle normal de type A, avec une première ouverture dès le matin.

Pour 'Mesa' et encore plus pour 'Topa Topa', l'augmentation des températures joue certainement un rôle, mais celui-ci n'entraîne pas toujours un avancement de l'heure d'ouverture de la phase femelle. C'est ainsi qu'en avril, bien que la moyenne des températures soit supérieure à celle de mars (12°7 en avril contre 11°5 en mars), on peut observer un retard de 4 à 10 heures de l'ouverture des fleurs. Pour ces variétés, ce n'est qu'en mai que nous retrouvons un avancement de cette phase. Pour 'Topa Topa', nous remarquons pourtant qu'en fin de floraison, les fleurs s'ouvrent au stade 2 qu'en cours de matinée, alors qu'en mars ce même stade était atteint dès 8 heures du matin.

De même, il semble bien que l'ensoleillement matinal ne joue pas un grand rôle dans l'évolution de la fleur à la phase femelle. En effet, pour une période déterminée, l'heure d'ouverture est la même, en présence ou en l'absence de soleil où lorsque la fleur est ensoleillée ou à l'ombre.

Pour 'Fuerte', variété de type B, il semble au contraire que l'heure d'ouverture des fleurs à la phase femelle soit retardée par l'augmentation générale de la température, comme le montre le tableau 4. Ouvertes en début de matinée au mois de mars, les fleurs ne s'épanouissent que vers 14 heures au cours du mois de mai.

Influence sur l'ouverture de la phase mâle (stades 4 et 5).

L'influence de la température sur l'heure d'ouverture de la phase mâle paraît très irrégulière suivant les variétés. Si pour 'Hass' et pour 'Corona' il semble effectivement que l'augmentation des températures permet un avancement de l'heure d'ouverture à la phase mâle, il apparaît que cette influence est plus douteuse pour les autres variétés (tableau 4).

Pour 'Topa Topa' par exemple, si à mi-mars les fleurs atteignent la phase mâle à 12 ou à 18 heures, celles-ci s'ouvrent par la suite à 8 heures en fin mars, vers 16 heures en avril puis à 14 heures en mai.

Pour 'Fuerte', l'ouverture de la phase mâle a lieu à 8 ou à 12 heures à la mi-mars, à 8 heures fin mars, à 8 ou à 12 heures en avril et à 8 heures en mai.

Il apparaît donc que l'augmentation générale des températures n'a pas une grande influence sur l'heure d'ouverture des fleurs aux phases femelle et mâle. Si cette influence existe, elle paraît être très variable suivant les variétés. Il semble, par contre, que l'augmentation des températures, en particulier celle des maxima, permette aux variétés d'acquiescer leur cycle normal de floraison.

INFLUENCE DE L'ENSOLEILLEMENT POUR LE DÉROULEMENT DE LA PHASE MÂLE.

En Corse, comme nous l'avons déjà mentionné précédemment, au cours des observations des mois de mars et d'avril, nous avons noté que la plupart des fleurs qui s'ouvraient à la phase mâle ne libéraient pas leur pollen immédiatement. Il s'écoulait parfois plusieurs jours entre l'ouverture de la fleur et la déhiscence des anthères. C'est cette période du cycle floral que nous avons appelé «stade 4».

PETERSON (6) avait déjà observé ce stade 4, mais seulement pendant une courte période durant de 50 minutes à 1 h 20, à la Station de Riverside.

La durée du stade 4 a tendance à diminuer au fur et à mesure que la saison s'avance, pour disparaître complètement en mai. D'après nos observations, il semble que ce stade 4 soit plus lié à l'ensoleillement et à l'hygrométrie qu'à la température elle-même. En effet, c'est pendant les périodes de pluie ou de ciel nuageux que ce stade est le plus long. Il semble alors que l'hygrométrie excessive gêne l'ouverture des valvules et la libération du pollen. Au contraire, en mai, les anthères sont déhiscents très peu de temps après l'ouverture de la fleur à la phase mâle.

Ce phénomène est général pour toutes les variétés observées, sauf pour Nabal qui fleurit tardivement et

pour laquelle il n'a jamais été noté de stade 4.

CONCLUSIONS.

Bien qu'une année d'observations soit nettement insuffisante pour tirer des conclusions valables sur la biologie des avocatiers cultivés en Corse, des remarques intéressantes ont pu être effectuées au cours de la floraison 1972.

Alors que la durée des cycles floraux normaux est de 36 heures pour les variétés du groupe A et de 24 heures maxima pour celles du groupe B, nous avons pu enregistrer des longueurs de cycle pouvant atteindre 168 heures (7 jours). Cet extraordinaire allongement des cycles floraux provient principalement du fait qu'en Corse, la durée de la fermeture intermédiaire des fleurs et celle du stade 4 de la phase mâle sont anormalement prolongées à certaines périodes de la floraison.

Les variations des températures maxima semblent jouer un rôle prédominant sur la longueur du cycle floral des avocatiers mais n'ont pas une influence importante sur l'heure d'ouverture des fleurs. L'ensoleillement et l'hygrométrie pourraient par contre avoir une influence sur la rapidité de déhiscence des anthères.

Les conditions météorologiques enregistrées au printemps 1972 ont été peu favorables à une bonne nouaison des variétés à floraison précoce. Il apparaît donc que les chevauchements des phases femelles et mâles observés en périodes froides ne soient pas suffisants pour assurer une production normale. Paradoxalement, ce sont les variétés à floraison tardive, sur lesquelles on distingue un net décalage des phases femelles et mâles qui sont les plus productives.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABRAMS (R.), PENNOCK (W.), JACKSON (G.C.) et PEREZ LOLEZ (A.). 1957.
Flower behaviour of different avocado varieties grown in Puerto Rico.
J. Agric. Univ. Puerto Rico, vol. 21, n°4, p. 236-241.
2. CLARK (O.) et CLARK (A.). 1926.
Results of pollination and other experiments on the avocado at Point Lima Homestead.
Cal. Avoc. Asso. Rept. 1925-1926, p. 85-94.
3. HODGSON (R.W.). 1947.
The California avocado industry.
Cal. Agr. Ext. Serv., Circular n°43, 1930 revised 1947.
4. LESLEY (J.M.) et BRINGHURST (R.S.). 1951.
Environmental conditions affecting pollination of avocados.
Calif. Avocado Soc. Yr. Bb., 1951, p. 169-173.
5. NIRODY (B.S.). 1922.
Investigations in avocado breeding.
Cal. Avoc. Ass. Rept. 1921-1922, p. 65-78.
6. PETERSON (P.A.). 1956.
Flowering types in the avocado with relation to fruit production.
Calif. Avocado Soc. Yr. Bb., 1956, vol. 40, p. 174-179.
7. PHILIPPE (J.). 1957.
Note sur la biologie florale de l'avocatier et choix des variétés à cultiver sur la base du groupe floral.
Bull. agric. Congo belge, vol. 48, n°5, oct. 1957, p. 1155-1162.
8. ROBINSON (T.R.) et SAVAGE (E.B.). 1926.
Pollination of the avocado
U.S.D.A., Dept. Circular 387, 1926, 16 p.
9. SCHROEDER (C.A.). 1951.
Flower bud development in the avocado.
Calif. Avocado Soc. Yr. Bb., 1951, p. 159-163.
10. STOUT (A.B.). 1923.
A study of cross pollination of avocado in Southern California.
Calif. Avoc. Asso. Rept., 1922-1923, p. 29-45.
11. STOUT (A.B.). 1924.
The flower mechanism of avocados with reference to pollination and the production of fruit.
Journ. N.Y. Bot. Gard., vol. 25, p. 1-7.
12. STOUT (A.B.) et SAVAGE (E.B.). 1925.
The flower behavior of avocado with special reference to interplanting.
Proc. Fla. State Hort. Soc., vol. 38, p. 80-91.
13. VOGEL (R.). 1961.
L'avocatier au Maroc.
Cahiers de la Recherche agronomique, Rabat, n°13, dec. 1961, p. 177-224.
14. VOGEL (R.). 1962.
Note sur l'histoire et l'avenir de l'avocatier en Corse.
Fruits, vol. 17, n°5, p. 243-244.
15. VOGEL (R.). 1970.
Comportement des variétés d'avocatiers, sous les conditions de milieu de la Corse.
18e Congrès intern. Hort., Tel Aviv, mars 1970, (sous presse).