

LA PRODUCTION DE SEMENCES HYBRIDES CHEZ LE COCOTIER

EXPLOITATION DES CHAMPS SEMENCIERS

HYBRID SEED PRODUCTION IN COCONUT EXPLOITATION OF SEED GARDENS

M. de NUCÉ de LAMOTHE ⁽¹⁾ et F. ROGNON ⁽¹⁾

Ingénieur agronome I. N. A.

Chargé de Recherches

Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux

I. — INTRODUCTION

Les techniques préconisées par l'I. R. H. O. pour la production de semences hybrides de cocotier ont fait l'objet de 2 précédents articles [1 et 2]. Si le principe de la **fécondation naturelle dirigée** (populations parentales interplantées et émasculature des géniteurs femelles) est connu depuis longtemps [3], son application au cocotier, à grande échelle, est relativement récente. La **pollinisation assistée** (fécondation artificielle, sans isolement des inflorescences) n'a été mise au point que ces dernières années ; elle présente de réels avantages et son emploi tend à se généraliser.

Il paraît utile maintenant de montrer comment ces techniques sont appliquées à l'exploitation des divers types de champs semenciers et permettent d'atteindre les objectifs fixés dans chaque cas.

Le champ semencier classique est exploité différemment suivant qu'il est parfaitement isolé et destiné à ne produire qu'un type de croisement ou, au contraire, qu'il fait partie d'un « bloc semencier » susceptible de donner simultanément plusieurs sortes d'hybrides.

En outre, l'évolution des techniques de pollinisation a permis de concevoir un nouveau type de champ semencier ne comportant que des arbres-mères. Il en résulte une plus grande facilité d'exploitation et une meilleure valorisation des travaux de recherche.

II. — PRODUCTION DE SEMENCES ET SCHÉMA DE SÉLECTION

Le schéma de sélection de l'I. R. H. O. [4] est conçu de telle façon que les essais comparatifs permettent d'étudier les aptitudes générales à la combinaison des populations et celles des individus. Les meilleurs croisements sont reproduits sur les champs semenciers. Mais pour fournir sans délai le meilleur matériel du moment, il faut satisfaire à deux conditions.

— Disposer des semences dès que sont connus les résultats des essais comparatifs d'hybrides.

En raison de la longueur de la phase improductive

I. — INTRODUCTION

*The techniques advocated by the I. R. H. O. for the production of hybrid coconut seeds were set forth in two former papers [1 and 2]. Whereas the method of **controlled natural pollination** (interplanting of parental populations and excision of male inflorescences on mother-trees) has been known for a long time [3], it is only recently that it has been applied on a large scale to coconuts. **Assisted pollination** (hand pollination without prior isolation of female inflorescences) has been perfected over the last few years only ; it has real advantages and its use is becoming general.*

The time has come when it would be useful to show how both techniques are applied to exploiting the various kinds of seed gardens and permit the objectives assigned to each case to be attained.

A « classical » seed garden is used differently according to whether it is perfectly isolated and intended to produce one single type of cross or whether it is part of a larger seed garden able to produce several types of hybrids at the same time.

Moreover, the pollination techniques have so evolved that a new type of seed block, comprising mother-trees only, has been developed. This allows an easier management of the crosses and a better valorization of the research work.

II. — SELECTION SCHEMA AND SEED PRODUCTION

The I. R. H. O. selection schema is conceived so as to study the general combining ability of populations and individuals in comparative trials. The best crosses are reproduced in the seed fields. But to supply without delay the best material available at the moment, two conditions must be met.

— The seed must be ready as soon as the results of the comparative hybrid trials are known.

Given the long immature period of coconuts, it is

(1) Station I. R. H. O. Cocotier de Port-Bouet, Côte-d'Ivoire.

du cocotier, on ne peut attendre les résultats de l'essai comparatif pour entreprendre la création du champ semencier correspondant. En plantant simultanément essai et champ semencier, il est possible de produire des graines dès que leur valeur est connue. Par contre, on est ainsi amené à créer autant de champs semenciers qu'il y a d'hybrides étudiés tout en sachant qu'une partie d'entre eux ne sera jamais utilisée. Ceci représente une lourde charge d'un point de vue économique.

— Reproduire très exactement l'hybride testé.

Arbres-mères et pollinisateurs doivent être choisis au même stade de sélection que les parents de l'hybride testé, de telle sorte que les aptitudes à la combinaison soient les mêmes entre les arbres du champ semencier qu'entre les parents de cet hybride. S'il s'agit par exemple d'aptitude générale à la combinaison des individus, on utilisera les descendants par autofécondation de ces individus.

La production de semences est ainsi liée à la nature et à l'efficacité de la sélection pratiquée.

III. — CRÉATION DES CHAMPS SEMENCIERS

Les raisons pour lesquelles on utilise des champs semenciers pour la production de semences hybrides de cocotiers ont été exposées précédemment [1] : ce sont essentiellement, l'absence de propagation végétative et le très faible rendement des fécondations artificielles.

A l'origine, le champ semencier comprenait uniquement une variété femelle et une variété mâle ; il était parfaitement isolé de toute source étrangère de pollen [5]. Ce modèle est encore utilisé lorsqu'il s'agit de reproduire un type d'hybride dont la valeur est déjà connue. Mais il offre peu d'intérêt sur une station de recherches où, par suite de l'avancement des travaux, il risque d'être rapidement périmé.

Une première amélioration a été apportée à ce schéma par l'emploi de plusieurs sortes de pollinisateurs sur un même champ. On a pu planter jusqu'à trois sortes de géniteurs mâles, en prévoyant de n'utiliser que celui qui se révélerait intéressant. Le nombre de champs à créer est ainsi réduit et leurs possibilités d'exploitation sont accrues. Mais la multiplication des types de pollinisateurs entraîne, si l'on ne veut pas trop réduire la proportion pollinisateurs de chaque type/arbres-mères, une diminution importante de ces derniers.

Le regroupement des champs utilisant un même type de géniteurs mâles limite les problèmes d'isolement [1] et les risques de contamination. On a ainsi créé des « ambiances de pollen », vastes zones où un seul type de pollen est librement émis.

L'emploi de tels moyens n'offrirait cependant que des perspectives limitées. Un pas décisif a été franchi avec la mise au point de la pollinisation assistée. Arbres-mères et pollinisateurs peuvent être séparés. Les arbres-mères sont plantés en parcelles homogènes ; les pollinisateurs sont regroupés à l'écart pour éviter les contaminations. Ce nouveau type de champ semencier est utilisable aussi longtemps qu'il existe un hybride très productif entre les arbres-mères et un quelconque pollen.

impossible to await these trial results before undertaking planting of the seed garden. By planting the trial and the seed garden at the same time, it is possible to produce seed as soon as its value is known. On the other hand, as many seed gardens will have to be created as there are hybrids under test although it is known that part of them will never be used. This is a heavy burden from an economic viewpoint.

— The proven hybrid must be reproduced faithfully.

Mother and father-trees have to be chosen at the same selection stage as the parents of the tested hybrid, so that the trees in the seed garden and the hybrid parents show the same combining ability. For instance if the general combining ability of individuals is concerned, the progenies from the selfings of these individuals will be used.

Seed production is therefore linked to the nature and efficiency of the selection carried out.

III. — SEED GARDEN ESTABLISHMENT

The reasons why seed gardens are required for the production of hybrid coconut seed have been given elsewhere [1], they are mainly the lack of vegetative propagation and the very poor results of artificial pollinations.

In early days a seed garden included only one female and one male variety ; it has to be perfectly isolated against extraneous pollens [5]. This lay-out is still used when only one type of hybrid of known value is to be reproduced. But it is of little interest on a research station where it may be rapidly outdated through advances in selection work.

This lay-out was first improved by using several types of pollinators in the same garden. Up to three types of male parents were planted, on the understanding that only the one that proved interesting would be used. The number of gardens to be created is thus reduced and their possibilities are increased. The increase in pollinator types unfortunately decreases drastically the number of mother-trees, if the ratio of pollinators per type to mother-trees is not to be too greatly reduced.

The grouping of gardens using the same type of male parents limits the isolation problems [1] and the risks of contamination. Pollen « environments » have thus been established over vast areas where only one type is freely emitted.

Still, these methods offer only limited prospects. A step forward was made with the introduction of assisted pollination. Now mother-trees and pollinators can be kept planted separately. The mother-trees are planted in homogeneous plots, the pollinators are grouped apart to avoid contamination. The new kind of seed garden can be used as long as a high yielding hybrid can be made between the seed-bearers and any pollen.

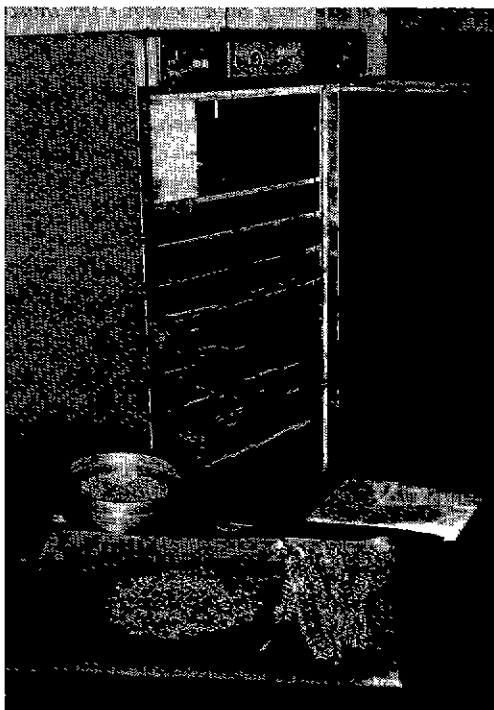


FIG. 1. — Récolte et séchage du pollen pour la production de semences.

Collection and drying of pollen for seed production.

IV. — EXPLOITATION DES CHAMPS SEMENCIERS

L'organisation de la production de semences a pour but d'adapter la production des champs semenciers aux besoins. Elle nécessite l'établissement d'un plan de réalisation des croisements et d'un calendrier des livraisons qui tiennent compte du délai de 2 ans qui s'écoule entre la fécondation et la plantation.

Les possibilités de réalisation des croisements sont fonction de la nature et du type de champ exploité ainsi que de la technique utilisée.

a) Le champ semencier classique.

Dans le cas d'un dispositif semencier classique où les arbres-mères et les pollinisateurs présentent une bonne aptitude à la combinaison, la fécondation naturelle dirigée est la technique d'exploitation la plus simple, la plus sûre et la plus économique. S'il existe d'autres champs à proximité, on évite les contaminations par des pollens indésirables en émasculant tous les cocotiers situés à moins de 200 m.

Lorsque deux champs contigus et ne possédant pas le même pollinisateur, doivent être exploités, on peut envisager de les utiliser à tour de rôle. On élimine les inflorescences entières (fleurs mâles et fleurs femelles) sur celui qui n'est provisoirement pas exploité, ce qui favorise sa production ultérieure. Certains arbres ont pu ainsi donner en 6 mois l'équivalent de leur production annuelle moyenne.

Si l'on utilise alternativement plusieurs sortes de pollinisateurs plantés dans un même dispositif, il faut prévoir une période neutre à chaque changement de pollinisateur, ce qui réduit la production.

Une certaine amélioration de la qualité des semences s'obtient par sélection massale des géniteurs sur le caractère coprah/noix qui est très héritable. Cette amélioration est d'autant plus grande que la variabilité de la population est forte pour ce caractère. En pratique, on est amené à prendre tous les géniteurs en observation individuelle afin d'éliminer les moins bons.

IV. — SEED GARDEN EXPLOITATION

The organization of the seed production is aimed at adapting seed garden production to needs. It requires a crossing plan and a seed supply schedule taking account of the 2-year delay between pollination and planting.

The possibilities of carrying out the crosses are in function of the nature and the type of seed garden used as well as the method chosen.

a) « Classical » seed garden.

For a « classical » seed garden lay-out in which seed-bearers and pollinators show a good combining ability, the controlled natural pollination technique is the simplest, safest and most economic one. If there are other coconut fields in the vicinity, contamination by extraneous pollens is avoided by the removal of male inflorescences on all coconuts within 200 meters distance.

Where there are two adjacent seed gardens, not having the same pollinator they can be used alternately. All inflorescences (male and female) are removed in the garden not in use ; this will favour future yields. Some trees gave in such conditions the equivalent of the average yearly yield in the space of 6 months.

If several types of pollinators, planted in the same lay-out, are used alternately, a neutral period must be provided after each change of pollinator type, which reduces yield.

Some improvement in the seed quality can be obtained by mass selection of parents based on the copra to nut character which is highly heritable. The greater the variability of the population for this character, the greater will be the resulting improvement. In practice all the parents have to be put under individual observation in order to eliminate the poorest. When dealing with dwarf

Lorsque les arbres-mères sont nains et donc très homogènes pour la plupart de leurs caractères, dont le coprah/noix, seuls les pollinisateurs sont observés. La proportion relativement élevée de géniteurs mâles plantés sur les champs semenciers (1 pour 5) s'explique par le souci de se réserver la possibilité d'une telle sélection.

b) Le nouveau champ semencier.

Le nouveau champ semencier ne comportant que des arbres-mères, c'est bien évidemment par pollinisation assistée que sont produites les noix.

Lorsque pour une raison quelconque les géniteurs mâles d'un champ semencier classique ne sont pas utilisés, celui-ci peut être considéré comme un nouveau champ et exploité comme tel. En raison de l'intérêt que présente cette solution pour l'exploitation des blocs semenciers plantés ces dernières années, on en envisagera tout d'abord les principales applications.

— Utilisation précoce des arbres-mères

Lorsque les pollinisateurs d'un champ sont moins précoces que les arbres-mères (par exemple sur les champs Nain × Grand), l'entrée en production peut être avancée (de plus d'un an parfois) en utilisant la pollinisation assistée.

Un champ semencier dont les pollinisateurs doivent être sélectionnés sur le coprah/noix peut, pendant la durée des observations, être exploité par apport de pollen d'arbres déjà connus. Les géniteurs observés sont émasculés pour empêcher l'émission de pollen.

— Utilisation des champs semenciers inexploités par fécondation naturelle dirigée.

Un champ destiné à la production d'un hybride donné est inexploitable aussi longtemps que la valeur de l'hybride n'est pas prouvée et peut le demeurer si les résultats de l'essai correspondant sont négatifs. Dans les deux cas, si les arbres-mères entrent dans un croisement dont la valeur a déjà été reconnue, ils pourront être utilisés par pollinisation assistée.

La pollinisation assistée permet donc d'utiliser beaucoup de champs semenciers de type classique qui sans elle resteraient inexploités. La proportion de champs inutiles est fortement réduite ; le tableau I donne une idée de l'augmentation du potentiel de production de semences de la station de Port-Bouet avec la mise au point de la pollinisation assistée.

seed-bearers which are very homogeneous for most of the characters, notably coprah/nut only the pollinators are recorded. The relatively high proportion of male parents planted in seed gardens (1 in 5) is explained by the need to ensure the possibility of such a selection.

b) The new type of seed block.

In such a seed block there are only seed-bearers and obviously assisted pollination is used for seed production.

When for any reasons the male parents in a « classical » seed garden are not used, the later can be considered as one of the new type and managed as such. Because of the advantage of this solution for the exploitation of the seed gardens planted during the last few years its main applications are reviewed here.

— Early utilisation of mother-trees.

When the pollinators in a seed garden are not as precocious as the mother-trees (for instance in gardens for dwarf × tall hybrids) bearing can be brought forward one year (sometimes more) by the use of assisted pollination.

A seed garden where pollinator are to be selected on the copra to nut ratio can be exploited by using pollen from known pollinators. The male inflorescences of parents under observation are removed to prevent pollen production.

— Utilisation of seed gardens in which controlled natural pollination is not possible.

A seed garden intended for a given hybrid cannot be used as long as the value of this hybrid has not been proved, and may remain useless if the results of the corresponding trial are negative. Either way, mother-trees can be used by assisted pollination, provided one of their cross at least is of known value.

The assisted pollination allows for the use of many « classical » seed gardens which would otherwise remain unused. The proportion of worthless seed gardens is thus very much reduced ; table I shows how the seed production potential of the Port-Bouet Station increased thanks to the use of assisted pollination.

TABLEAU I — TABLE I

Nombre d'hectares plantables/an à partir des « Nains jaunes » des champs semenciers de Port-Bouet
Plantable surfaces corresponding to the seed production of the « Yellow Dwarf » seed gardens at Port-Bouet station

Type d'hybride <i>Hybrid type</i>	Nain jaune × Ouest Africain <i>Yellow Dwarf × Tall West African</i>	Nain jaune × Tahiti <i>Yellow Dwarf × Tall Tahiti</i>	Nain jaune × Rennel <i>Yellow Dwarf × Tall Rennel</i>
Sans pollinisation assistée (champs semenciers classiques) <i>Without assisted pollination (classical seed gardens)</i>	1 450	450	1 800
Avec pollinisation assistée <i>With assisted pollination</i>	6 700 (1)	6 700 (1)	6 700 (1)

(1) 1 450 + 450 + 1 800 + 3 000 (provenant d'autres champs ayant le Nain jaune comme arbre-mère).
(from Yellow Dwarf in other seed gardens).



FIG. 2. — Pollinisation assistée sur Nain Jaune.
Assisted pollination of Yellow Dwarf.

Mais le **champ semencier de type nouveau** est le seul à permettre une bonne exploitation de l'aptitude générale des individus à la combinaison. Dans un dispositif classique il faudrait créer autant de champs qu'il y a d'individus testés, ce qui est pratiquement irréalisable, ou attendre les résultats de l'essai et perdre une génération (environ 10 ans).

La pollinisation assistée résout simplement ce problème. La population mère constitue à elle seule le champ, les autofécondations et croisements reproduisant chaque individu testé sont plantés séparément, en lignes repérées pour servir de source de pollen. Lorsque les résultats de l'essai comparatif sont connus, le pollen est récolté sur les descendants des seuls arbres ayant une bonne aptitude à la combinaison avec la population mère.

L'exploitation par pollinisation assistée d'un nouveau champ semencier nécessite actuellement un pollinisateur pour 20 arbres-mères au lieu de 1 pour 5 en fécondation naturelle dirigée. La sélection des géniteurs mâles sur le coprah/noix peut être plus sévère et la qualité des semences récoltées s'en trouve améliorée. D'autre part la pollinisation reste homogène quelle que soit la sévérité de la sélection alors que sur un champ semencier classique les pollinisateurs éliminés peuvent être très mal répartis. Lorsque les géniteurs mâles sont produits par autofécondation seule, la population mère peut être sélectionnée sur le coprah/noix, car les effets de la consanguinité empêchent le choix phénotypique même pour des caractères à forte héritabilité.

Une technique très voisine de la pollinisation assistée a été récemment décrite à la Jamaïque par H. C. Harries sous le terme de « mass controlled pollination » [6]. L'auteur met en évidence le rôle très important qu'elle peut jouer dans l'étude de la résistance aux maladies en permettant la production massive de semences de types déterminés.

Nevertheless, the new type of seed block is the only one allowing for a good exploitation of the general combining ability of individuals. In the classical lay-out as many gardens as there are tested individuals would have to be established, which is nearly impossible, or one would have to wait for the results of comparative trials and lose one generation (about 10 years).

The assisted pollination easily solves this problem. The seed block is made of seed-bearers only, selfings and crosses reproducing each tested individual are planted separately, in numbered rows, to be used as pollen sources. As the results of the comparative trial are known, pollen is collected from the progenies of the only trees with good combining ability with the mother-trees population.

To exploit the new type of seed block by assisted pollination now requires actually one skilled labourer for 20 mother-trees instead of 1 for 5 for controlled natural pollination. The selection of male parents based on the coprah/nut ratio (C/N) can be stricter and seed quality is therefore improved. Furthermore, the pollination remains homogeneous whatever the strictness of the selection, whereas in a « classical » seed garden, the discarded pollinators may be badly distributed. When the male parents are from selfings, the mother-tree population only can be selected on the C/N ratio, for the effect of in-breeding prevents a phenotypic choice, even for highly heritable characters.

H. C. Harries in Jamaica recently described a closely related technique of assisted pollination, which he called « mass controlled pollination » [5]. The author shows the important part it can play in the study of disease resistance thanks to the mass production of seed of given types.