

La production de semences de cocotier ⁽¹⁾

W. WUIDART (2) et F. ROGNON (2)

Résumé. — De nombreux pays utilisent la méthode de production de semences mise au point par l'I.R.H.O. Celle-ci est brièvement rappelée : récolte du pollen, émasculature, pollinisation, contrôles. L'accent est mis sur la facilité de mise en œuvre, sur le faible prix de revient et sur les possibilités qu'offre cette technique aux pays faibles producteurs d'utiliser rapidement les plus récents résultats de la recherche et de produire ainsi les meilleurs types de semences.

I. — INTRODUCTION

Le cocotier ayant un faible taux de reproduction (80 à 90 graines/arbre/an), il faut un grand nombre d'arbres-mères pour produire des semences : environ 350 arbres pour planter 100 ha d'hybrides/an, d'où la nécessité d'implanter de vastes champs semenciers. Ceux-ci doivent être isolés de toute contamination par des pollens étrangers [1] afin d'obtenir une bonne légitimité des semences produites.

La pollinisation assistée mise au point en 1972, par l'I.R.H.O. sur la Station Marc-Delorme en Côte-d'Ivoire, permet une exploitation aisée, souple et économique des champs semenciers. Elle est maintenant utilisée, ou en voie de l'être, dans de nombreux pays d'Afrique (Bénin, Cameroun, Libéria, Côte-d'Ivoire), d'Extrême-Orient (Indonésie, Malaisie, Philippines, Thaïlande), du Pacifique (Nouvelles-Hébrides-Vanuatu, Polynésie française, Samoa) et d'Amérique latine (Brésil, Mexique).

En Côte-d'Ivoire plus de 6 millions de semences ont été produites de cette façon. Les champs semenciers d'Indonésie et des Philippines fourniront, à plein rendement, plus de 20 millions de semences par an.

La méthode a été décrite par de Nuce de Lamothe et Rognon dans des articles parus en 1972 [2], 1973 [1] et 1978 [3].

Le but du présent article est, après avoir rappelé l'essentiel de la technique, de montrer l'intérêt qu'elle présente à cause de sa facilité de mise en œuvre, pour des pays ne disposant pas de structures de recherche. Les auteurs s'appuient sur les résultats obtenus sur les champs semenciers de la Station Cocotier Marc-Delorme, depuis 7 ans.

II. — MÉTHODE

1. — Principe.

Il ne suffit pas, pour développer la culture du cocotier, de découvrir des hybrides haut producteurs, il faut encore avoir une méthode fiable, facile à mettre en œuvre et bon marché pour produire des semences. La fécondation artificielle est trop coûteuse. La solution consiste à réunir tous les arbres-mères sur un même champ, le champ semencier, que l'on isole pour éviter des fécondations illégitimes.

A l'origine, les géniteurs mâles étaient interplantés avec les arbres-mères [4] et émettaient librement leur pollen. Cette méthode de fécondation naturelle dirigée a été utilisée

avec succès par l'I.R.H.O. Mais elle manquait de souplesse car elle ne permettait de reproduire que le ou les types d'hybrides choisis lors de la création du champ semencier et n'était donc pas adaptée à une exploitation rapide des résultats de la recherche [5].

L'I.R.H.O. a donc cherché une méthode plus conforme aux besoins d'une recherche moderne. Les champs semenciers ont alors été plantés uniquement d'arbres-mères, isolés et séparés des géniteurs mâles sur lesquels on récolte le pollen. Le pollen est pulvérisé sur les inflorescences des arbres-mères préalablement émasculées. C'est la **pollinisation assistée** qui est, en fait, une adaptation de la technique de fécondation artificielle utilisée sur palmier [6] et cocotier [7].

2. — Description.

Avant de décrire les diverses opérations de la pollinisation assistée il est utile de souligner l'importance du choix du lieu d'implantation du champ semencier. L'isolement est la qualité primordiale à rechercher ; les arbres-mères doivent être à l'abri de toute fécondation accidentelle par des pollens d'arbres voisins.

Il n'est pas facile de donner des règles en matière d'isolement car chaque site a ses particularités : climat, vents, taille des cocotiers les plus proches (un grand arbre disperse plus loin son pollen), etc. Dans beaucoup de cas, un isolement de 300 à 500 m est suffisant surtout s'il existe une barrière naturelle (forêt) ou artificielle (plantations). Les contraintes imposées par les nécessités de l'isolement ont fait décider la suppression progressive de tous les champs semenciers créés sur le bloc d'amélioration du cocotier de Port-Bouët en Côte-d'Ivoire et leur transfert au milieu d'une plantation de palmiers à huile.

La technique de pollinisation assistée comprend 4 opérations :

- la récolte et la préparation du pollen,
- l'émasculature,
- la pollinisation,
- les contrôles.

a) Récolte et préparation du pollen.

Récolte.

Les inflorescences ne sont pas ensachées. Les épillets du haut et de la partie médiane de l'inflorescence sont sectionnés 6 à 8 jours après l'ouverture naturelle de la spathe, ceux du bas entre le 10^e et le 14^e jour. On peut également, mais avec un rendement légèrement inférieur, récolter les épillets en une seule fois entre le 8^e et le 10^e jour. Les fleurs mâles sont immédiatement détachées et envoyées au laboratoire.

Un récolteur de pollen visite 150 arbres par jour et collecte entre 20 et 30 kg de fleurs fraîches.

(1) Communication présentée à la 5^e Session du Groupe de travail F.A.O. sur la production, la protection et le traitement de la noix de coco, 3-8 décembre 1979, Manille (Philippines).

(2) Service Sélection de l'I.R.H.O., Station Marc-Delorme, 07, B.P. 13 Abidjan, 07 (Côte-d'Ivoire).

Séchage et tamisage.

Les fleurs mâles sont écrasées entre deux rouleaux tournant en sens inverse, l'écartement entre les rouleaux est réglé (2,5 mm) pour obtenir simplement l'ouverture des pétales sans léser les étamines. Cette opération va favoriser la dessiccation réalisée dans des salles de séchage. Les conditions idéales de déshydratation sont obtenues avec une température voisine de 30 °C et une humidité relative de 45 à 50 p. 100. Si la salle est parfaitement conditionnée par un système en circuit fermé, le séchage dure 24 h.

Dans une salle de séchage de 24 m² (3 × 8), on peut disposer 156 plateaux (0,6 m²) contenant chacun 1,5 kg de fleurs fraîches soit, pour la salle de traitement, une capacité de 234 kg de fleurs fraîches. Le laboratoire décrit par Rognon *et al.* [3] a été modifié pour permettre de préparer simultanément et sans contamination plusieurs variétés de pollens. Des unités ont été conçues comprenant chacune des salles d'écrasage, de séchage, de tamisage et de conditionnement.

Après séchage, les fleurs sont tamisées pour en extraire le pollen. Cette opération est longue lorsqu'elle est pratiquée manuellement (40 kg d'équivalent fleurs fraîches/heure/personne). Le rendement en pollen par rapport aux fleurs fraîches traitées est de 2 à 2,5 p. 100 selon la qualité du séchage et du tamisage.

Conditionnement.

Après séchage et tamisage, le pollen a une humidité d'environ 10 à 12 p. 100. Si le pollen est utilisé rapidement, c'est-à-dire dans les 10 jours, il est simplement placé dans des sachets en plastique et conservé au congélateur à - 20 °C.

S'il est destiné à l'exportation, le pollen doit subir un séchage complémentaire qui réduit l'humidité à 4 ou 5 p. 100. Ce séchage est réalisé en disposant le pollen en couche mince, en présence de silicagel, dans des enceintes étanches préalablement désinfectées à 150 °C. Le pollen est ensuite conditionné sous vide en flacons stériles et expédié en boîte isotherme. A réception il est conservé au congélateur.

Qualité.

Le pollen doit être de bonne viabilité et exempt de germes pathogènes. Les salles de préparation et le matériel sont désinfectés chaque jour avant utilisation. La viabilité moyenne obtenue à la Station Marc-Delorme est de 41 p. 100 ce qui peut être considéré comme excellent.

b) Emasculation [4].

Le champ semencier étant parfaitement isolé, les illégitimes ne peuvent provenir que de fécondations accidentelles par le pollen des arbres-mères. L'émasculation a pour but d'éliminer **toutes les fleurs mâles** des arbres-mères avant leur maturité. Comme l'émission de pollen est possible dès l'ouverture de la spathe, on pratique l'émasculation 48 h avant la date présumée d'ouverture naturelle.

Pour émasculer on coupe à l'aide d'un sécateur tous les épillets mâles à 5 ou 6 cm de la plus haute fleur femelle puis on enlève à la main les fleurs mâles restantes sur les parties d'épillet non sectionnées. Les épillets coupés et les fleurs mâles sont éliminés. Il ne reste alors sur l'inflorescence que les fleurs femelles.

Un émasculateur est responsable de 250 à 300 arbres, qu'il visite plusieurs fois par jour y compris les dimanches et jours fériés.

c) Pollinisation.

Le pollen est apporté sur l'inflorescence dès que les premières fleurs femelles sont réceptives jusqu'à la nécrose des derniers stigmates ; les apports sont quotidiens. Le nombre d'apports varie suivant la durée de la phase femelle [8], il est de 10 à 12 pour les Nains Jaunes et Rouges de Malaisie. Le pollen est dilué dans du talc (5 p. 100 de pollen) et pulvérisé sur l'inflorescence à l'aide d'une pissette. Si les arbres sont trop grands, la pissette est fixée au bout d'une perche et reliée par un tuyau souple à une poire placée à la base de la perche. Le mélange pollen-talc est préparé sur le terrain.

Un pollinisateur peut visiter 1 500 arbres/jour. La quantité moyenne de pollen utilisée par inflorescence est de 0,4 à 0,5 g répartie, pour les Nains, en 10 ou 12 apports.

d) Contrôles.

L'exploitation d'un champ semencier par pollinisation assistée nécessite des contrôles rigoureux et réguliers pour obtenir une bonne légitimité des semences et un excellent rendement.

Ils portent principalement sur :

- les émasculations qui doivent être pratiquées à temps et sans léser les fleurs femelles,
- la viabilité du pollen utilisé,
- la qualité de la pollinisation.

L'efficacité de ces contrôles est d'autant plus importante que les résultats de légitimité ne sont connus qu'après la récolte, au moment de la germination des semences soit 15 à 16 mois après la pollinisation.

3. — Résultats.*a) Pollen.*

Auparavant, les fleurs mâles étaient séchées à l'étuve et le pourcentage moyen de germination était alors de 38 p. 100.

Avec la méthode que nous venons de décrire, et qu'on applique depuis 1977 sur la Station Marc-Delorme, le pourcentage de germination a été de 41 p. 100 pour les pollens utilisés sur place. En 1979, la viabilité moyenne des pollens conditionnés sous vide et exportés est de 43 p. 100.

Les quantités récoltées ont été de 225 kg en 1977, 350 en 1978 et environ 600 kg en 1979.

b) Nombre de noix.

Il est indispensable pour l'organisation des chantiers de plantation de faire des prévisions de récolte ; pour cela on compte le nombre de fruits par régime 3 mois après la fécondation. Le comptage se fait sur 10 p. 100 des arbres. Pour tenir compte de l'imperfection de l'échantillonnage, des erreurs de comptage, des avortements, des attaques de rats et des éliminations à la récolte (noix trop petites ou sans eau), on ne retient que 80 p. 100 du nombre des noix comptées. De 1975 à 1978, la moyenne des nouaisons a été de 6,6 noix/régime, et le nombre moyen de bonnes noix récoltées de 5,3/régime.

Sur les champs semenciers un arbre-mère produit donc en moyenne 80 à 90 bonnes noix/an. Ces chiffres sont tout à fait comparables à ceux que l'on obtient en fécondation naturelle.

c) Germination.

La germination est observée sur des lots témoins prélevés à chaque récolte. Le pourcentage de noix germées a été en

moyenne (1975 à 1978) de 88 p. 100 pour les semences hybrides Nain Jaune × Grand Ouest Africain, les germoirs étant éliminés à 4 mois. Dans la pratique, pour avoir des pépinières homogènes et des plants précoces, on ne repique que les 70 premiers p. 100 d'hybrides germés en éliminant avec soin tous les anormaux [9].

d) *Légitimité.*

Seule la fécondation artificielle [7] assure un isolement théoriquement parfait et permet d'obtenir 100 p. 100 de légitimité ; il n'en est pas de même sur un champ semencier. Des inflorescences s'ouvrent parfois avant émasculation et peuvent émettre du pollen tout comme les fleurs mâles oubliées. Ce pollen donnant des illégitimes, il est nécessaire d'en réduire la quantité par des contrôles réguliers, mais il n'est pas possible de le supprimer complètement. Dans un champ semencier d'arbres-mères Nains, les illégitimes sont des Nains × Nains faciles à éliminer sur le critère couleurs [10] dès le stade germe.

Normalement le pourcentage d'hybrides sur noix germées n'est pas inférieur à 93 p. 100. De 1972 à 1979 il a été en moyenne de 95 p. 100 sur les champs semenciers de la Station Marc-Delorme. Un taux de germination de 88 p. 100 correspond donc à 84 p. 100 d'hybrides.

III. — INTÉRÊT DE LA MÉTHODE

Des critiques ont été émises à l'encontre de la technique de pollinisation assistée qui, selon certains, serait très coûteuse et d'application difficile. En s'appuyant sur l'expérience, il convient donc de montrer l'intérêt qu'elle présente pour l'exploitation des résultats de la recherche.

La pollinisation assistée permet, on l'a vu, de réaliser n'importe quel type de croisement ayant pour parent femelle les arbres-mères du champ semencier. Les résultats des essais comparatifs d'hybrides indiquant le meilleur type de croisement pour ces arbres-mères, il suffit de récolter du pollen de l'autre parent pour polliniser les fleurs femelles du champ semencier. Le pollen peut être récolté sans grand inconvénient à des milliers de kilomètres des arbres-mères. Ceci représente un très grand avantage :

— pour les pays ne pouvant disposer d'importantes structures de recherche sur le cocotier. Il leur suffit de planter des arbres-mères des types les plus connus pour leur aptitude générale à la combinaison (par exemple, à l'heure actuelle, Nain Jaune Malais, Nain Rouge Cameroun, Grand Ouest Africain) et de se procurer, auprès d'un Centre de recherches important qui pourrait être un Centre régional de recherche (cf. communication de M. Ollagnier et J. Meunier traitant de la Recherche sur le développement) le pollen qui se combine le mieux avec ces arbres-mères. Le pays en question changera de type de pollen dès que les résultats du Centre de recherches montreront qu'il a intérêt à le faire. Il pourra ainsi suivre « au jour le jour » et profiter des progrès réalisés en matière de sélection du cocotier ;

— pour les pays qui débutent dans la recherche et qui, en attendant d'avoir prouvé la valeur d'hybrides de variétés locales, sont obligés de produire des hybrides exotiques. Ils pourront, dès obtention des résultats des tests, produire les meilleurs hybrides locaux sur les champs semenciers plantés à l'origine pour fournir les hybrides exotiques, simplement en changeant de type de pollen ;

— pour les pays qui disposent d'un important Centre de recherches, la pollinisation assistée est en pratique la **meilleure technique** (à l'exclusion de la fécondation artificielle trop coûteuse et au rendement trop faible) qui permette de sélectionner les géniteurs mâles :

- sur les caractères héréditaires. Le choix phénotypique des géniteurs sur ces caractères améliore la valeur de l'hybride pour ces caractères. La pollinisation assistée, qui nécessite moins de géniteurs mâles que la fécondation naturelle dirigée, permet un choix plus sévère et assure une répartition uniforme du pollen sur l'ensemble du champ semencier ;

- sur leur aptitude individuelle à la combinaison avec la population d'arbres-mères. Dès que l'on dispose des résultats des essais comparatifs, il suffit de récolter du pollen sur les meilleures descendances des meilleurs pollinisateurs et de l'apporter sur le champ semencier [11]. Bien que théoriquement possible dans un champ semencier en fécondation naturelle dirigée, la sélection des géniteurs sur leur aptitude individuelle à la combinaison est, **dans la pratique**, impossible en raison des délais imposés : obligation d'attendre les résultats des essais pour commencer à créer le champ semencier.

IV. — AVENIR DE LA MÉTHODE

L'I.R.H.O. et d'autres Centres de recherches étudient la possibilité d'utiliser la multiplication végétative pour le cocotier et ainsi de créer des clones à partir d'arbres choisis pour leurs performances. Des résultats intéressants ont été obtenus sur le palmier à huile et des essais sont en cours pour le cocotier. La mise au point des techniques et leur application pratique vont encore durer plusieurs années. Il faut en particulier s'assurer que les individus obtenus par multiplication végétative représentent parfaitement le géniteur de départ.

L'application à la production de semences de la multiplication végétative ne se fera donc pas avant au moins une dizaine d'années, période pendant laquelle la pollinisation assistée restera la méthode de choix, grâce à sa facilité de mise en œuvre, dont témoigne le grand nombre des pays l'utilisant, et à son coût direct relativement peu élevé. Le coût de la semence serait très élevé si l'on incluait l'amortissement des travaux de recherche qui ont permis de découvrir l'hybride utilisé, mais ce facteur de renchérissement peut intervenir pour toutes les techniques. La pollinisation assistée est d'autre part remarquablement bien adaptée à des productions, même faibles, car l'investissement est presque rigoureusement proportionnel à la taille de l'unité créée et le personnel facile à former. La dimension du champ semencier dépend donc de la cadence de plantation de chaque pays. Dans les conditions de la Station Marc-Delorme, on estime que 1 ha d'arbres-mères Nains (205 arbres/ha) produit 17 000 à 18 000 noix, soit, après élimination de celles qui sont défectueuses et à raison de 275 semences nécessaires à l'ha, la possibilité de planter 60 ha d'hybrides par an.

La consommation en pollen est de 0,4 à 0,5 g par inflorescence femelle, soit environ 1,5 kg/ha/an. Pour 1 ha d'arbres-mères il faut 10 pollinisateurs, soit 1 pour 20 arbres-mères.

La multiplication végétative quant à elle demandera des infrastructures nouvelles et un personnel plus qualifié.

CONCLUSION

La production de semences par pollinisation assistée a encore un large avenir en raison de :

- sa facilité de mise en œuvre,
- sa souplesse d'utilisation qui permet de suivre les progrès de la recherche,
- du bon rendement, et de la nouaison identique à celle obtenue en fécondation naturelle,
- des très bons résultats de germination et de légitimité,
- de la formation aisée du personnel,
- de l'investissement et des coûts directs peu élevés.

On comprend qu'elle soit maintenant utilisée dans de nombreux pays et qu'elle en intéresse un grand nombre d'autres.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] NUCÉ de LAMOTHE M. de, ROGNON F. (1973) — La production de semences hybrides chez le cocotier. Exploitation des champs semenciers. *Oléagineux*, 28, N° 6, p. 287-292.
- [2] NUCÉ de LAMOTHE M. de, ROGNON F. (1972). — La production de semences hybrides chez le cocotier par pollinisation assistée. *Oléagineux*, 27, N° 11, p. 539-544.
- [3] ROGNON F., NUCÉ de LAMOTHE M. de (1978). — Récolte et conditionnement du pollen pour la pollinisation des champs semenciers cocotiers. *Oléagineux*, 33, N° 1, p. 17-23.
- [4] NUCÉ de LAMOTHE M. de, ROGNON F. (1972). — La production de semences hybrides chez le cocotier par fécondation naturelle dirigée. *Oléagineux*, 27, N° 10, p. 483-488.
- [5] NUCÉ de LAMOTHE M. de, WUIDART W., ROGNON F. (1979). — Le bloc d'amélioration du cocotier de Côte-d'Ivoire. 1^{ers} résultats. Communication à la 5^e Session du Groupe de travail FAO sur la production, la protection et le traitement de la noix de coco, 3-8 déc. 1979, Manille (Philippines).
- [6] BENARD G., NOIRET J. M. (1970). — Le pollen de palmier à huile. Récolte, préparation, conditionnement et utilisation pour la fécondation artificielle. *Oléagineux*, 25, N° 2, p. 67-73.
- [7] NUCÉ de LAMOTHE M. de, WUIDART W., ROGNON F., SANGARÉ A. (1979). — La fécondation artificielle du cocotier. Communication à la 5^e Session du Groupe de Travail FAO sur la production, la protection et le traitement de la noix de coco, 3-8 déc. 1979, Manille (Philippines). *Oléagineux*, 33, N° 4, p. 193-206.
- [8] SANGARÉ A., ROGNON F., NUCÉ de LAMOTHE M. de (1978). — Les phases mâles et femelles de l'inflorescence de cocotier. Influence sur le mode de reproduction. *Oléagineux*, 33, N° 12, p. 609-617.
- [9] WUIDART W. (1979). — Production de matériel végétal cocotier. Sélection au stade germe. *Oléagineux*, 34, N° 8-9, p. 395-397.
- [10] ROGNON F. (1972). — Production de matériel végétal cocotier. Sélection des hybrides en germe. *Oléagineux*, 27, N° 4, p. 203-204.
- [11] GASCON J. P., NUCÉ de LAMOTHE M. de (1976) — Amélioration du cocotier. Méthode et suggestions pour une coopération internationale. *Oléagineux*, 31, N° 11, p. 479-482.

SUMMARY

Coconut seed production.

W. WUIDART and F. ROGNON, *Oléagineux*, 1981, 36, N° 3, p. 131-137.

Many countries now use the seed production method developed by I.R.H.O. This method is briefly described : pollen collection, emasculation, pollination, tests. The authors underline the ease of operation, low cost price and potential of this technique for countries which today produce very little, and which could profit rapidly from the most recent research results to produce the best types of seed.

RESUMEN

Producción de semillas de cocotero.

W. WUIDART y F. ROGNON, *Oléagineux*, 1981, 36, N° 3, p. 131-137.

Muchos países utilizan el método de producción de semillas elaborado por el I.H.R.O. Se lo recuerda brevemente : cosecha del polen, emasculación, polinización, controles. Se pone de relieve la facilidad de la puesta en práctica, el precio de coste reducido y las posibilidades que esta técnica ofrece a los países poco productores de utilizar rápidamente los resultados más recientes de la investigación, produciendo así los mejores tipos de semillas.

The production of coconut seed⁽¹⁾

W. WUIDART (2) and F. ROGNON (2)

I. — INTRODUCTION

Since the coconut palm has a low reproductive rate (80-90 seeds/tree/year), a great number of mother-trees are needed - about 350 to plant 100 ha of hybrids per year, this is why it is necessary to plant large seed gardens, which have to be isolated from any contamination by extraneous pollen [1] in order to ensure the legitimacy of the seeds produced.

The technique of assisted pollination, perfected by the I.R.H.O. at the Marc Delorme Station in the Ivory Coast in 1972, provides for the economical, flexible and easy working of seed gardens. It is now being used, or is about to be, in many countries in Africa (Benin, Cameroon, Liberia, Ivory Coast), the Far East (Indonesia, Malaysia, the Philippines, Thailand), the Pacific (New Hebrides, French Polynesia, Samoa) and Latin America (Brazil and Mexico).

In the Ivory Coast, more than 6 million seeds have been produced in this way. At optimum productivity, the seed gardens in Indonesia and the Philippines will yield more than 20 million seeds each year.

The method has been described by de Nuce de Lamothe and Rognon in articles published in 1972 [2], 1973 [1] and 1978 [3]. The purpose of this article is first to recapitulate the essential points of the technique and then to point out its advantages, due to the ease with which it can be implemented, for countries which do not possess research structures. The authors have based their work on the results obtained in the past 7 years in the seed gardens of the Marc Delorme Station.

II. — METHOD

1. — Principle.

In order to develop coconut growing, it is not enough to discover new, highly productive hybrids. In addition there should be a dependable, easily implemented and cheap method of producing seed. Hand pollination is too costly. The solution consists in gathering all the mother-trees together in one field, i.e. the seed garden, which is isolated to prevent illegitimate pollination.

Initially the male parents were interplanted with the mother-trees [4] and emitted their pollen freely. This method of controlled natural pollination was used with success by the I.R.H.O. However, it lacked flexibility, since it enabled the reproduction of only the type or types of hybrids selected at the time the seed garden was set up, and was therefore not suited to the swift exploitation of research results [5].

The I.R.H.O. consequently sought a method which would be more in keeping with the requirements of modern research. The seed gardens were planted with mother-trees only, isolated and separated from the male parents from which the pollen is collected and dusted on the inflorescences of the mother trees, which have been emasculated beforehand. This is **assisted pollination**, which is, in fact, an adaptation of the hand pollination method used on the oil palm [6] and the coconut [7].

2. — Description.

Before describing the various operations involved in assisted pollination, it is necessary to underline the importance of the choice of a site for the seed garden. Isolation is the primary quality to be sought; the mother-trees should be sheltered from any accidental pollination by pollen from nearby trees.

It is not easy to lay down rules with respect to isolation, as each site has its peculiarities as regards climate, winds, size of the nearest

coconuts (a tall palm spreads its pollen further), etc. In many cases, a distance of 300-500 m is adequate isolation, especially if there is a natural (forest) or artificial (plantation) barrier. The constraints imposed by the requirements of isolation led to the decision gradually to eliminate all the seed gardens in the coconut improvement block at Port-Bouet (I.C.) and transfer them to the middle of an oil palm plantation.

The assisted pollination technique comprises 4 operations :

- the collection and preparation of the pollen,
- emasculation,
- pollination,
- checking.

a) Collection and preparation of pollen.

Collection.

The inflorescences are not bagged. The spikelets from the top and median parts of the inflorescence are sectioned 6-8 days after the natural opening of the spathe, whilst those at the bottom are cut between the tenth and fourteenth days. The spikelets may also be collected in one operation between the eighth and tenth days, but the yield is slightly lower. The male flowers are removed immediately and sent to the laboratory.

One pollen collector can visit 150 trees in a day, collecting 20-30 kg of fresh flowers.

Drying and sifting.

The male flowers are crushed between two rollers revolving in opposite directions. The gap between the rollers is adjusted to 2.5 mm so as to open out the petals without injuring the stamens. This favours dessication, which is done in drying rooms. Ideal conditions of drying are a temperature of 30 °C and a relative humidity of 45-50 p. 100. If the room is fully conditioned by a closed-circuit system, the drying process lasts 24 hours.

In a drying room 24 m² (3 × 8 m), 156 trays (0.6 m²) can be laid out, each holding 1.5 kg of fresh flowers, the total capacity of the room is 234 kg of flowers. The laboratory described by Rognon *et al.* [3] has been modified to provide for the simultaneous, contamination-free preparation of several varieties of pollen. Units have been designed, each comprising crushing, drying, sifting and conditioning rooms.

After they are dried, the flowers are sifted in order to extract the pollen. This takes a long time when done by hand, the rate being about 40 kg fresh flowers/hour per person. The yield of pollen on fresh flowers is 2 to 2.5 p. 100, according to the quality of the drying and sifting.

Conditioning.

After it is dried and sifted, the pollen has a moisture content of about 10-12 p. 100. If it is to be used quickly, i.e. within 10 days, it is simply put into small plastic bags and kept in the freezer at - 20 °C.

If it is meant for export, the pollen should undergo further drying to reduce the moisture content to 4-5 p. 100. This is done by spreading the pollen in thin layers, in the presence of silicagel, in sealed chambers that have been disinfected beforehand at 150 °C. The pollen is then vacuum-packed in sterilized ampoules and shipped in isothermal boxes. On arrival, it is kept in the freezer.

Quality.

The pollen should be of good viability and free from pathogenic germs. The preparation room and equipment must be disinfected every day before use. The mean viability obtained at the Marc Delorme Station is 41 p. 100, which may be considered excellent.

b) Emasculation [4].

Since the seed garden is fully isolated, illegitimate seeds can only come from accidental pollination by the mother-trees. The purpose

(1) Communication presented to 5th Session of the F.A.O. Technical Working Party on Coconut Production, Protection and Processing, 3-8 déc. 1979, Manila (Philippines).

(2) I.R.H.O. Plant Breeding Service, Marc Delorme Station, 07 B.P 15 Abidjan 07 (Ivory Coast)

of emasculation is to eliminate all the male flowers on the mother-trees before they reach maturity. As pollen may be emitted as soon as the spathe opens, emasculation is done 48 hours before the expected date of natural opening.

Emasculation is done by cutting off all the male spikelets 5-6 cm from the topmost female flower with a shears, and then picking off all the remaining male flowers on the uncut part of the spikelets. The cut spikelets and male flowers are disposed of. Only the female flowers are then left on the inflorescence.

One emasculator is in charge of 250-300 trees, which he visits several times a day, even on Sundays and holidays.

c) *Pollination.*

The pollen is brought to the inflorescence from the time the first female flowers become receptive until the last stigmas decay. Applications are daily, the total number depending on the length of the female phase [8] : 10-12 times for Red and Yellow Malaysian Dwarfs. The pollen is diluted in talc (5 p. 100 pollen) and dusted on the inflorescence with a wash bottle. If the trees are too tall, the bottle is fixed to the top of a pole and attached by a flexible tube to a rubber bulb lashed to the bottom. The pollen-talc mixture is prepared in the field.

One pollinator can visit 1 500 trees/day. The average dose of pollen per inflorescence is 0.4-0.5 g for Dwarfs, spread over 10 or 12 applications.

d) *Checks.*

The working of a seed garden by assisted pollination calls for regular and strict checks in order to secure the legitimacy of the seed as well as a high yield.

These checks mainly concern :

- emasculation, which should be done in time and without damaging the female flowers,
- the viability of the pollen used,
- the quality of the pollination.

It is all the more important that these checks should be effective in that, as far as legitimacy is concerned, the results will only be known after the harvest when the seeds germinate, i.e. 15-16 months after pollination.

3. — Results.

a) *Pollen.*

Previously, the male flowers used to be oven-dried, and the average percentage of germination was then 38 p. 100.

With the method that we have just described, and which has been practised at the Marc Delorme Station since 1977, the germination rate has been 41 p. 100 for pollen used on the spot. In 1979, the average viability of vacuum-packed and exported pollen is 43 p. 100.

The amount of pollen collected was 225 kg in 1977, 350 kg in 1978, and about 600 kg in 1979.

b) *Number of nuts.*

In order to be able to organize the plantation sites it is indispensable to make harvest estimates. To do this, the number of fruits per bunch is counted 3 months after pollination on 10 p. 100 of the trees. To allow for imperfect sampling, counting errors, abortions, rat attacks and elimination from the harvest of nuts which are too small or lack water, the estimate takes only 80 p. 100 of the nuts counted. From 1975 to 1978, the average fruit set rate was 6.6/bunch, while the average number of good nuts collected was 5.3/bunch.

Thus, in the seed gardens, a mother-tree produces an average of 80-90 good nuts/year. These figures are quite comparable to those got by open pollination.

c) *Germination.*

Germination is observed on sample lots taken from each harvest. The percentage of sprouted nuts from 1975 to 1978 was an average 88 p. 100 for Yellow Dwarf × West African Tall hybrids, all seeds which have not germinated after 4 months being removed from the seed-bed. In practice, in order to have homogeneous nurseries and precocious plants, only the first 70 p. 100 of the sprouted hybrids are field planted, all the abnormal ones being carefully eliminated [9].

d) *Legitimacy.*

Only hand pollination [7] provides theoretically perfect isolation and makes it possible to get 100 p. 100 legitimacy, but this is not the case in a seed garden. Sometimes inflorescences open before emasculation and may emit pollen, and so may overlooked male flowers. Since this pollen results in illegitimate seeds, its quantity should be reduced through regular checking, although it can never be eliminated completely. In a seed garden of Dwarf mother-trees, the

illegimates will be Dwarf × Dwarf, easily culled in the seed-bed on the colour criterion [10].

Normally, the p. 100 of hybrids in sprouted nuts does not fall below 93 p. 100. From 1972 to 1979, the average was 95 p. 100 in the seed gardens of the Marc Delorme Station. Thus, a germination rate of 88 p. 100 corresponds to 84 p. 100 hybrids.

III. — VALUE OF THE METHOD

There has been some criticism of the assisted pollination technique, with some people claiming that it is too costly and difficult to implement. It would therefore be appropriate to demonstrate, on the basis of experience, the value of this technique in the exploitation of research results.

As we have seen, assisted pollination makes it possible to carry out any type of cross in which the mother-trees of the seed garden are the female parents. Since the results of the comparative tests of hybrids indicate the best type of cross for these mother-trees, all that needs to be done is to collect pollen from the other parent to pollinate the female flowers in the seed gardens. The pollen may be collected without difficulty thousands of kilometres away from the mother-trees. This is a very great advantage :

— for countries that cannot have major facilities for coconut research. It is enough for them to plant mother-trees of the types best known for their general combining ability (e.g. at present Malayan Yellow Dwarf, Cameroon Red Dwarf and West African Tall), and get the pollen which combines best with them from a large research centre, which can be a regional one (see communication « Influence of Research on Coconut Development around the World », by M. Ollagnier and J. Meunier). The country concerned would change the type of pollen used as soon as results from the research centres show that it would be worth while for them to do so. It could thus keep up with progress in coconut breeding from day to day, and benefit from it ;

— to countries which are beginning research activities and which are obliged to produce foreign hybrids pending proof of the value of local variety hybrids. As soon as test results are obtained, they could produce the best local hybrids in seed gardens originally planted to supply foreign hybrids, merely by changing the type of pollen used ;

— to countries that have a major research centre. Assisted pollination is, in practice, the best technique (excepting artificial pollination which is too costly and whose yield is too low) enabling the selection of male parents :

- according to heritable characters. The phenotypical choice of parents according to these characters improves the value of the hybrid for these characters. Assisted pollination which requires fewer male parents than controlled natural pollination, enables a stricter choice to be made and ensures a uniform distribution of pollen over the whole seed garden ;

- according to their individual combining ability with the mother-tree population. As soon as the results of the comparative tests are available, all that has to be done is to collect pollen from the best progenies of the best pollinators and bring it to the seed plot [11]. Although it is theoretically possible in a seed garden, the selection of male parents on individual combining ability, through controlled natural pollination, is impossible in practice owing to the time limits imposed with the obligation to wait for test results before starting to establish the seed garden.

IV. — FUTURE OF THE METHOD

I.R.H.O. and other research centres are studying the possibility of using vegetative propagation for the coconut and thus creating clones from trees selected for performance. Interesting results have been obtained for the oil palm and tests are in progress on the coconut. The perfection of techniques and their practical implementation will take several years. It has to be ensured, in particular, that the individuals obtained through vegetative propagation correspond perfectly to the original parent.

Hence, vegetative propagation will not be applied to the production of seeds for at least 10 years, during which time assisted pollination will continue to be the best-favoured method, owing to the ease with which it can be implemented, as attested to by the large number of countries using it, and because of its relatively low direct cost. The cost of the seed would be very high if it included the amortization of the research that made discovery of the hybrid

possible, but this price-increasing element can occur in all technical fields. Moreover, assisted pollination is remarkably well-suited to small-scale production as the investment is almost strictly proportional to the size of the unit created and the personnel is easy to train. Thus the size of the seed garden depends on the planting rhythm of each country. Under the conditions of the Marc Delorme Station, it is estimated that 1 ha of Dwarf mother-trees (205 trees/ha) produces 17 000 to 18 000 nuts giving, after the elimination of defective nuts and taking requirements as being 275 seeds/ha, the possibility of planting 60 ha of hybrids per year.

Pollen consumption is 0.4 to 0.5 g per female inflorescence, giving around 1.5 kg/ha/year. One hectare of mother-trees requires 10 pollinators or one per 20 mother-trees.

As for vegetative propagation, this will require new infrastructures and highly-skilled personnel,

CONCLUSION

The production of seeds by assisted pollination still has wide prospects because of :

- the ease with which it can be implemented,
- its flexibility of use making it possible to follow advances in research,
- the good yield, and the fruit set rate, identical to that got through natural pollination,
- the excellent results with respect to germination and legitimacy,
- the ease with which the personnel can be trained,
- the low direct costs and investment.

We can now see why this method is used in so many countries and why it is catching the interest of so many more.

Bibliographie

WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE II : PROCEEDINGS

II^e CONFÉRENCE MONDIALE SUR LA RECHERCHE CHEZ LE SOJA

Ed. par F. T. CORBIN, Westview Press, Boulder, Colorado, U.S.A. ;
Granada Publ. Ltd., Londres, Toronto, Sydney, New York, 1980, 897 p.

Ensemble des communications présentées au cours de cette conférence qui s'est tenue du 26 au 29 mars 1979 à l'Université d'Etat de Caroline du Nord, Etats-Unis.

- Qualités désirables chez le soja. Point de vue japonais (H. Nakamura).
- Répartition de la technologie agricole (P. Findley).

Nutrition minérale

- Nutrition en cations et équilibre des ions (J. E. Leggett *et al.*).
- Réponse du soja au chaulage sur les sols tropicaux acides (F. Abruña).
- Nutrition minérale et nodosités (D. N. Munns).

Fixation d'azote

- Absorption de l'azote et fixation de N₂ chez le soja (R. W. F. Hardy *et al.*).
- Rhizogénétique du soja (R. W. Zobel).
- Inoculation par le Rhizobium et production de soja (J. C. Burton).

Physiologie

- Teneur en aminoacides et transfert dans le phloème (L. E. Schrader *et al.*).
- Translocation de l'azote dans le xylème du soja (D. W. Israel *et al.*).
- Couplage entre la photosynthèse et la fixation de l'azote (J. G. Streeter *et al.*).
- Régulation du vieillissement (L. D. Nooden).

— Effet du remplissage des gousses sur la photosynthèse dans les feuilles de soja (W. A. Brun *et al.*).

— Retardement d'un déficit hydrique sévère chez le soja par modification du système racinaire : rapport de recherches (H. M. Taylor).

Amélioration

- Rôle des méthodes classiques de sélection dans l'amélioration des cultures autofécondées (V. A. Johnson *et al.*).
- Amélioration des populations chez les cultures autofécondées (D. F. Matzinger *et al.*).
- Sélection récurrente à long et court termes chez des populations limitées. Choix de la taille des populations (J. O. Rawlings).
- Stratégie en vue de l'introduction d'un matériel génétique exotique dans les programmes de sélection (W. J. Kenworthy).
- Rôle de la physiologie dans la sélection du soja (D. N. Moss).
- Réalisations et priorités dans l'amélioration des plantes (G. F. Sprague).
- Mobilisation, conservation et utilisation du matériel génétique de soja en U.R.S.S. (N. I. Korsakov).

Entomologie

- Systèmes d'approche pour l'organisation de la lutte contre les ravageurs du soja (J. L. Stimac *et al.*).
- Interactions des tactiques de lutte chez le soja (L. D. Newsom).