

# Le programme hybride interspécifique *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* de l'IRHO

## IRHO *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* interspecific hybrid programme

V. LE GUEN<sup>(1)</sup>, P. AMBLARD<sup>(2)</sup>, A. OMORE<sup>(3)</sup>, A. KOUTOU<sup>(4)</sup>, J. MEUNIER<sup>(5)</sup>

**Résumé.**—L'intégration de l'espèce sud-américaine *Elaeis oleifera* dans le programme d'amélioration du palmier à huile de l'IRHO a commencé au début des années 1970. Le dispositif expérimental d'amélioration de l'hybride interspécifique est rappelé. Il consiste principalement en des tests d'aptitude à la combinaison entre écotypes et entre individus. Ce dispositif a permis l'identification de géniteurs *oleifera* ou *guineensis* ayant un bon comportement en hybridation interspécifique, mais le niveau de productivité en huile reste faible comparativement au *guineensis* amélioré en raison de la stérilité partielle de l'hybride. Une nouvelle stratégie est définie, consistant à restaurer la fertilité par rétrocroisements sur l'espèce *guineensis* et à cloner les individus les plus prometteurs au sein de ces croisements pour évaluation. Les objectifs de sélection ont également été revus et se limitent principalement à un accroissement de la productivité en huile et à l'identification de sources de tolérance à la pourriture du cœur d'Amérique latine. Des individus issus du premier cycle de rétrocroisements ont déjà été clonés en Côte-d'Ivoire. La vulgarisation de variétés interspécifiques obtenues selon cette méthode devrait démarrer dès la première décennie du vingt-et-unième siècle.

**Mots-clés.** — *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, hybride interspécifique, productivité, pourriture du cœur, aptitude à la combinaison, clonage.

### INTRODUCTION

Depuis longtemps, les sélectionneurs de palmier à huile ont manifesté un intérêt particulier pour l'espèce américaine *Elaeis oleifera*, ce qui s'est traduit assez précocément par des introductions dans les principaux centres de recherches. *E. oleifera* introduits à Eala (Zaire) en 1927 et leurs descendances à Yangambi en 1940-41 (Vanderweyen et Roels, 1949), *E. oleifera* en provenance du Surinam et du Brésil à Marihat en 1952 et 1956 (Lubis *et al.*, 1987), *E. oleifera* du Brésil plantés à La Mé en 1960 (Meunier, 1975), un palmier américain planté au Département de l'Agriculture à Kuala Lumpur (Rajanaidu *et al.*, 1987), palmiers du Brésil introduits au NIFOR dans les années 50 (Obasola, 1973).

Des prospections plus systématiques ont par la suite été réalisées dans les principales zones d'origine de l'espèce :

**Summary** — Integration of the South American species *Elaeis oleifera* into the IRHO oil palm improvement programme started at the beginning of the 1970s. A reminder is given of the experimental design used for interspecific hybrid improvement. It primarily consists of combining ability tests between ecotypes and between individuals. This design led to the identification of *oleifera* or *guineensis* parents that performed well under interspecific hybridization, but oil production remains relatively low compared to the improved *guineensis*, due to partial sterility in the hybrid. A new strategy is defined, involving fertility restoration by back-crossing to the *guineensis* species and cloning the most promising individuals within these crosses for evaluation. Breeding objectives have also been revised and are basically limited to increasing oil production and identifying sources of tolerance to bud rot in Latin America. Individuals from the first cycle of back-crosses have already been cloned in Côte-d'Ivoire. Extension of the interspecific varieties obtained using this method should begin in the first decade of the 21st century.

**Key words.** — *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, interspecific hybrid, production, bud rot, combining ability, cloning

### INTRODUCTION

The interest shown by oil palm breeders in the American species, *Elaeis oleifera*, goes back many years and quite rapidly led to its introduction at the main research centres. *E. oleifera* introduced at Eala (Zaire) in 1927 and their progenies at Yangambi in 1940-41 (Vanderweyen and Roels, 1949), *E. oleifera* from Surinam and Brazil to Marihat in 1952 and 1956 (Lubis *et al.*, 1987), *E. oleifera* from Brazil planted at La Mé in 1960 (Meunier, 1975), one American oil palm planted at the Department of Agriculture in Kuala Lumpur (Rajanaidu *et al.*, 1987), oil palms from Brazil introduced at NIFOR in the 1950s (Obasola, 1973).

More systematic surveys were subsequently carried out in the species' main zones of origin: Costa Rica (Escobar,

(1) Division Sélection IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

(2) Embrapa - CNPDS - KM30 - AM10 - Caixa postale 319 - 69000 Manaus (Brésil)

(3) Service Sélection - SRPH - BP1 - Pobé - (Benin)

(4) Laboratoire Biochimie - Station principale de La Mé - 13 BP 989 - Abidjan 13 - (Côte-d'Ivoire)

(5) Directeur Division Sélection - IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

(1) Selection Division IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

(2) Embrapa - CNPDS - KM30 - AM10 - Caixa postale 319 - 69000 Manaus (Brazil)

(3) Selection Service - SRPH - BP1 - Pobé - (Benin)

(4) Biochemical Laboratory - Station principale de La Mé - 13 BP 989 Abidjan 13 - (Côte-d'Ivoire)

(5) Selection Division Director - IRHO/CIRAD - BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 (France)

Costa Rica (Escobar, 1981), Colombie, Panama et Surinam (Meunier, 1975 ; Rajanaidu, 1983) et le bassin amazonien (Meunier et Amblard, 1982). Les collections ainsi formées dans les différents centres de recherche en Amérique Latine, en Afrique et en Asie du Sud Est ont permis l'évaluation des potentialités agronomiques de cette espèce ainsi que le démarrage de programmes d'hybridation avec *E. guineensis*.

Les principales qualités recherchées chez le palmier américain sont bien connues et nous nous contenterons de les énumérer ici : tolérance à la pourriture du cœur d'Amérique Latine, fluidité de l'huile, croissance en hauteur réduite. Certains écotypes semblent de plus manifester une bonne résistance à la fusariose (Renard et al., 1980) ou au Ganoderma (Meunier et al., 1976), et le ravageur *Coelenomenodera elaeidis* se développe beaucoup moins sur l'hybride interspécifique que sur *E. guineensis* (Philippe, 1977). Ces caractéristiques sont d'autant plus intéressantes que leur héritabilité est généralement de type additif au sein des croisements interspécifiques avec *E. guineensis* (Meunier et Boutin, 1975).

Les programmes d'hybridation interspécifique développés dans les centres de recherche ont pour but d'introduire ces caractéristiques intéressantes dans *E. guineensis*. ce qui rend envisageable à moyen terme l'obtention de variétés cumulant la haute productivité du palmier africain amélioré et les qualités du palmier américain. Ainsi l'accent a-t-il été mis au NIFOR sur la sélection pour la réduction de la croissance en hauteur par croisements F1 (Obasola, 1973 a et b) puis par rétrocroisement sur *E. guineensis* (Obasola et al., 1977). En Colombie, Vallejo et Cassalet (1975) s'intéressent plus particulièrement à la résistance à la pourriture du cœur des hybrides interspécifiques. Au Costa Rica, Sterling et al. (1987) ont initié à partir d'un rétrocroisement de l'hybride interspécifique sur *E. guineensis*, une sélection visant à obtenir un palmier compact cumulant un faible développement végétatif et une bonne productivité en huile. En Malaisie, l'analyse génétique de la composition en acides gras de l'huile, de la croissance du stipe et du rendement en régimes est réalisée par Rajanaidu et al. (1987), et des propositions d'utilisation d'*E. oleifera* dans la stratégie d'amélioration du palmier sont formulées (Rajanaidu et al., 1983 ; Tam et al., 1987). L'évaluation du rendement en huile fait apparaître une production de régimes satisfaisante, mais un taux d'extraction trop faible (Tan, 1987). En Indonésie, les hybrides réalisés avec *E. oleifera* du Brésil ou de Surinam sont plus intéressants que ceux de Colombie (Lubis et al., 1987).

L'objet de cette communication est de présenter une partie des résultats d'essais de l'IRHO et leur influence sur l'évolution de la stratégie d'utilisation d'*E. oleifera*.

## LE DISPOSITIF D'AMÉLIORATION DE L'HYBRIDE INTERSPÉCIFIQUE A L'IRHO

Le programme général d'amélioration de l'hybride *E. oleifera* × *E. guineensis* a été défini en 1976 par Meunier et al. Il consistait principalement en :

- tests d'aptitude à la combinaison entre écotypes, afin de déterminer quelles sont les populations qui se combinent bien entre elles :
- tests d'aptitude des individus à la combinaison qui permettent d'identifier au sein de chaque population *guineensis* et *oleifera* les meilleurs géniteurs.

Des champs généalogiques (autofécondations ou croisements intra-espèce) ont également été mis en place, ainsi que des expérimentations spécifiques visant à caractériser le comportement génétique des hybrides. Un laboratoire de cytogénétique a été installé à La Mé (Côte-d'Ivoire) pour étudier les phénomènes liés à la fertilité de l'hybride.

Les champs expérimentaux ont été établis en Côte-d'Ivoire (La Mé), au Bénin (Pobé), à Nord Sumatra (Aek Kwasan), et

1981), Colombie, Panama et Surinam (Meunier, 1975 ; Rajanaidu, 1983) and the Amazon Basin (Meunier and Amblard, 1982). The collections made up in this way at the various research centres in Latin America, Africa and Southeast Asia enabled an assessment to be made of this species' agricultural potential and led on to hybridization programmes with *E. guineensis*.

The main qualities sought in the American oil palm are well known and we shall just mention them again for the record: tolerance to bud rot in Latin America, oil fluidity, slow vertical growth. In addition, certain ecotypes seem to reveal good resistance to vascular wilt (Renard et al., 1980) or *Ganoderma* (Meunier et al., 1976), and the pest *Coelaenomenodera elaeidis* develops much less on the interspecific hybrid than on *E. guineensis* (Philippe, 1977). These characteristics are all the more interesting in that their heritability is usually additive within interspecific crosses with *E. guineensis* (Meunier and Boutin, 1975).

The purpose of the interspecific hybridization programmes developed at various research centres was to introduce these sought-after characteristics in *E. guineensis*, with a view to obtaining, in the medium term, varieties that combine the high yields of the improved African oil palm and the qualities of the American oil palm. Thus, at NIFOR, emphasis was placed on selection, to reduce vertical growth through F1 crosses (Obasola, 1973 a and b), then by back-crossing to *E. guineensis* (Obasola et al., 1977). In Colombia, Vallejo and Cassalet (1975) concentrated on interspecific hybrid resistance to bud rot. In Costa Rica, Sterling et al. (1987) embarked upon selection to obtain a compact oil palm combining low vegetative development and good oil production, based on back-crossing of the interspecific hybrid to *E. guineensis*. In Malaysia, Rajanaidu et al. (1987) carried out a genetic analysis of the oil's fatty acid composition, and of stem growth and bunch production, and proposals were put forward for using *E. oleifera* in the oil palm improvement strategy (Rajanaidu et al., 1983 ; Tam et al., 1987). An evaluation of oil yields revealed that bunch production was satisfactory, but the extraction rate was too low (Tan, 1987). In Indonesia, the hybrids produced with *E. oleifera* from Brazil or Surinam were better than with those from Colombia (Lubis et al., 1987).

This article describes some of the trial results obtained by IRHO and how they influenced the evolution of the *E. oleifera* utilization strategy.

## INTERSPECIFIC HYBRID IMPROVEMENT AT IRHO

The general *E. oleifera* × *E. guineensis* hybrid improvement programme was defined in 1976 by Meunier et al. It basically consisted of:

- tests of combining ability between ecotypes, so as to determine which populations combined well with each other,
- tests of individual combining ability, so as to identify the best parents within each *guineensis* and each *oleifera* population.

Pedigree trials (selfs or within-species crosses) were also set up, along with specific experiments designed to characterize the genetic performance of hybrids. A cytogenetics laboratory was set up at La Mé (Côte-d'Ivoire) to study hybrid fertility phenomena.

Trials were set up in Côte-d'Ivoire (La Mé), Benin (Pobé), North Sumatra (Aek Kwasan) and Brazil (Rio Urubu). Table I provides details of these trials.

au Brésil (Rio Urubu). Le détail de ces essais figure dans le tableau I.

Il est apparu assez rapidement, au vu des premiers résultats de production des essais, que la stérilité partielle de l'hybride interspécifique était importante (Arnaud, 1980 ; Schwendiman *et al.*, 1982). Toutefois, bien qu'il y ait peu de chance d'obtenir en première génération un matériel hybride suffisamment fertile pour pouvoir concurrencer les variétés guineensis améliorées (Baudouin *et al.*, 1984), cela reste, dans certaines situations particulièrement affectées par la pourriture du coeur, la seule voie permettant de maintenir une elaeiculture et de rentabiliser des infrastructures existantes.

Les orientations du programme ont donc été modifiées de manière à essayer de restaurer en premier lieu la fertilité de l'hybride. Les objectifs sont maintenant clairement définis : obtenir une productivité en huile comparable à celle d'*E. guineensis* amélioré, et évaluer le comportement vis-à-vis de maladies majeures comme la pourriture du coeur, et éventuellement la fusariose.

C'est dans cette optique que sont présentés ici les résultats de 6 essais d'hybrides F1 visant à exploiter les populations oleifera d'Amérique centrale (Panama et Costa Rica).

When the first results were obtained in the production trials, it quite quickly became apparent that the partial sterility of the interspecific hybrid was serious (Arnaud, 1980; Schwendiman *et al.*, 1982). However, although there was little hope of obtaining planting material in the first generation of intercrosses that would be fertile enough to compete with improved guineensis varieties (Baudouin *et al.*, 1984) in certain locations particularly affected by bud rot, this remains the only way of maintaining oil palm cultivation and of ensuring the profitability of existing infrastructures.

The programme was therefore revised and attempts were made first of all to restore fertility to the hybrid. The objectives have now been clearly defined: obtain oil production comparable with that of improved *E. guineensis*, and assess reactions to major diseases such as bud rot and, possibly, vascular wilt.

The results of 6 F1 hybrid trials aiming to exploit the oleifera populations from Central America (Panama and Costa Rica) to this end are described below.

TABLEAU I. — Croisements interspécifiques testés par l'IRHO — (Interspecific crosses being tested by IRHO)

Localisation (Location)	Dates	Nombre d'essais (Number of trials)	Oleifera		Guineensis		Superficie (Area) (ha)
			Nombre d'origines (Number of origins)	Nombre de géniteurs (Number of parents)	Nombre d'origines (Number of origins)	Nombre de géniteurs (Number of parents)	
La Mé (Côte-d'Ivoire)	1972 à (to) 1990	17	11	124	7	74	145,8
Aek Kwasan (Indonésie)	1976 à (to) 1979	4	4	63	4	44	45,4
Pobé (Benin)	1975 à (to) 1978	4	10	53	4	42	31,3
Rio Urubu (Brésil)	1985 et (and) 1991	3	4	54	4	30	11,4

## RESULTATS DES ESSAIS

### Essais inter-écotypes

L'essai LM-GP 33 a été planté à La Mé en 1978. Il compare les aptitudes à la combinaison entre 6 origines géographiques d'*Elaeis oleifera* : Panama Centre, Panama Centre-Ouest, Panama Ouest, Costa Rica Atlantique, Costa Rica Pacifique Est et Costa Rica Pacifique Centre et 3 origines guineensis : Nifor, Yangambi et La Mé, soit 18 combinaisons inter-origines, chacune représentée par 3 à 6 croisements individuels. L'essai est planté en blocs de Fisher à 6 répétitions sur 29,7 ha. Les résultats de production de régimes sur la période 6-8 ans sont mentionnés dans le tableau II.

L'analyse de variance révèle que les effets sont toujours entièrement additifs (pas d'interaction *oleifera* × *guineensis*) et que les effets principaux sont très significatifs pour la production de régimes. Le regroupement selon la méthode de Duncan met en évidence la supériorité à l'intérieur du groupe *oleifera* de l'origine Costa Rica Pacifique Centre (avec 12,2 tonnes de régimes/ha/an) et celle de l'origine La Mé parmi les guineensis (avec 11,5 tonnes/ha/an), les autres origines n'étant pas différentes entre elles.

Ces résultats se vérifient en partie dans un essai similaire planté en 1978 à Pobé, pour lequel le dispositif de croise-

## TRIAL RESULTS

### Between-ecotype crosses

Trial LM-GP 33 was planted at La Mé in 1978. It compares the combining ability between 6 geographical origins of *E. oleifera*: Central Panama, West Central Panama, West Panama, Costa Rica - Atlantic, Costa Rica - Pacific East and Costa Rica - Pacific Central, along with 3 guineensis origins: NIFOR, Yangambi and La Mé, i.e. 18 between-origin combinations, each represented by 3 to 6 individual crosses. The trial is planted in Fisher blocks with 6 replicates on 29.7 ha. The bunch production results for the 6-8 year period are given in table II.

An analysis of variance shows that the effects were always entirely additive (no *oleifera* × *guineensis* interaction) and that the main effects were highly significant for bunch production. Grouping according to the Duncan method reveals the superiority of the Costa Rica - Pacific Centre origin within the *oleifera* group (with 12.2 tonnes of FFB/ha/year), and that of the La Mé origin among the guineensis (with 11.5 tonnes/ha/year), with no difference between the other origins.

These results were partly confirmed in a similar trial planted at Pobé in 1978, for which the crossing design was ba-

ment est équilibré du côté *guineensis* mais pas du côté *oleifera*. Dans cet essai PO-GP 18, l'origine La Mé est également supérieure aux origines Yangambi et Nifor pour son aptitude à bien se combiner avec des populations *oleifera* d'Amérique centrale.

#### Essais d'aptitude des individus à la combinaison

Trois essais ont été mis en place également en 1978 en Côte-d'Ivoire afin d'identifier dans les origines La Mé, Nifor et Yangambi des individus ayant de bonnes aptitudes à la combinaison avec des *oleifera* d'Amérique centrale. Les caractéristiques de ces 3 essais ainsi que les données de production moyennes à l'âge adulte figurent dans le tableau III. La présence en bordure de chacun de ces essais de lignes d'un même croisement témoin *guineensis* permet de comparer la valeur des 3 essais exprimée en pourcentage de ce témoin.

On remarque que les résultats de l'essai LM-GP 33 précédemment cité se trouvent ici confirmés puisque c'est le matériel *guineensis* La Mé qui donne en moyenne la meilleure production de régimes : 71 % du croisement témoin *guineensis*, contre 63 % pour les deux autres essais.

Dans le tableau IV figurent les productions de régimes par croisement de l'essai LM-GP 34 sur la période 6-9 ans, ainsi que les regroupements selon la méthode de Duncan. L'effet croisement est ici très hautement significatif (probabilité de  $F < 0,001$ ).

lanced on the *guineensis* side, but not on the *oleifera* side. In this trial, PO-GP 18, the La Mé origin was also superior to the Yangambi and NIFOR origins as regards its ability to combine well with the *oleifera* populations from Central America.

#### Individual combining ability trials

Three trials were also set up in Côte-d'Ivoire in 1978, so as to identify individuals within the La Mé, NIFOR and Yangambi origins that had good combining ability with the *oleifera* origins from Central America. The characteristics of these 3 trials, along with average production data for adult trees, are given in table III. The existence of rows of the same *guineensis* control cross on the edges of each of these trials meant that the value of these 3 trials could be assessed, expressed as a percentage of the control.

The results of trial LM-GP 33, mentioned above, were confirmed here, since the La Mé *guineensis* material gave the best bunch production on average: 71% of the *guineensis* control cross, as opposed to 63% for the other two trials.

Table IV shows bunch production per cross in trial LM-GP 34 for the 6-9 year period, along with groupings according to the Duncan method. The crossing effect is very highly significant (probability of  $F < 0.001$ )

TABLEAU II. — Essai LM-GP 33 - Production de régimes de 6 à 8 ans (Kg/arbre). Valeur moyenne des combinaisons — (Trial LM-GP 33 - Bunch production from 6 to 8 years (Kg/tree). Mean values for the recombinations)

	La Mé	NIFOR	Yangambi
Costa Rica Atlantique (Costa Rica Atlantic)	77,6	68,1	63,7
Costa Rica Pacifique Centre (Costa Rica Pacific Centre)	102,7	84,9	84,1
Costa Rica Pacifique Est (Costa Rica Pacific East)	94,6	62,2	60,4
Panama Centre (Panama Centre)	78,7	62,6	62,5
Panama Centre Ouest (Panama Centre West)	83,3	64,1	62,1
Panama Ouest (Panama West)	72,4	61,0	64,3

TABLEAU III. — Essais d'aptitude individuelle à la combinaison entre *E. guineensis* et *E. oleifera* d'Amérique centrale — (Test of individual combining ability between *E. guineensis* and *E. oleifera* from Central America)

Essai (Trial)	Ecotype <i>guineensis</i> testé ( <i>Guineensis</i> ecotype)	Nombre de croisements (Number of crosses)	Nombre de répétitions (Number of replicates)	Nombre d'arbres par croisement (Number of trees/cross)	Période d'observation (Observation period)	NR (BN)	PTR (kg) (FFB - kg)	PmR (kg) (MBW - kg)
LM-GP 34	La Mé	12	7	56	6-9 ans (years)	7,18 (73)	81,8 (71)	11,5 (99)
LM-GP 35	Yangambi	16	9	72	7-9 ans (years)	7,23 (79)	68,7 (63)	9,6 (81)
LM-GP 36	NIFOR	16	9	72	6-9 ans (years)	5,43 (57)	63,3 (63)	11,8 (112)

Entre parenthèses : pourcentage par rapport au témoin *guineensis*  
Between brackets : as a percentage of the *guineensis* control

TABLEAU IV. — Essai LM-GP 34 - Production de régimes sur la période 6-9 ans (en kg/arbre/an) — (Trial LM-GP 34 - Bunch production over the 6-9 year period - in kg/tree/year)

Croisement (Cross)	Rang (Rank)	Production (Production)	Regroupement (Groupings)
CRH405D × LM 2T	1	103,0	a
CRH405D × LM 312P	2	96,9	a b
CRH536D × LM 2T	3	94,6	a b
CRH121D × LM 311P	4	87,4	b c
LM 5T × CRH 29D	5	86,7	b c
LM 5T × CRH408D	6	85,7	b c
CRH 29D × LM2230P	7	84,4	b c d
CRH536D × LM2230P	8	76,2	c d
CRH121D × LM4609T	9	75,8	c d
CRH530D × LM 312P	10	72,3	d
CRH408D × LM 311P	11	71,6	d
CRH530D × LM4609T	12	47,1	e
Moyenne générale (Overall mean)		81,8	
Coefficient de variation (Coefficient of variation)		13,8 %	

Ce tableau fait ressortir la très bonne aptitude à la combinaison de CRH 405 D parmi les *oleifera* d'Amérique centrale, et de LM 2T parmi les *guineensis* de La Mé.

La bonne aptitude générale à la combinaison de LM 2T pour la production de régimes au sein de l'espèce *guineensis* est déjà largement connue, et il semble sur cet exemple que ce soit également le cas lorsqu'il est croisé avec des individus *oleifera*.

Le géniteur *oleifera* CRH 405 D confirme dans un autre essai planté à Aek Kwasan son bon comportement : il produit 26.4 tonnes de régimes/ha/an en moyenne 4-9 ans, en croisement avec un autre géniteur La Mé. Pour cet essai on dispose de plus des données d'analyses de régimes qui permettent le calcul de la production d'huile : ce croisement se classe second pour ce caractère avec 4,84 tonnes d'huile/ha/an (18,3 % de taux d'extraction industriel), soit la deuxième place sur 17 croisements testés.

## DISCUSSION

L'amélioration des hybrides interspécifiques entre *E. oleifera* d'Amérique centrale et *E. guineensis* développée dans le précédent chapitre confirme bien les résultats fréquemment observés : la production de régimes peut dans le meilleur des cas être comparable à celle d'*E. guineensis*. mais le taux d'extraction reste généralement faible.

En dépit de résultats de production très variables, d'une part entre les différentes combinaisons d'écotypes et d'autre part au sein d'un même type de croisements, il ne semble pas réaliste de vouloir divulguer des hybrides F1 interspécifiques. Même si les meilleurs d'entre eux ont une productivité en huile acceptable, il n'est pas de toute façon possible techniquement de les reproduire en quantité suffisante.

En revanche, l'existence d'une méthode de reproduction conforme des génotypes par culture *in vitro*, et la possibilité de restaurer en partie la fertilité de l'hybride interspécifique par des croisements en retour permettent d'espérer à moyen terme de faire bénéficier l'élaïciculture des qualités propres d'*E. oleifera*.

### Définition d'une stratégie

La démarche suivie par l'IRHO dans ce domaine est la suivante :

- identification des meilleures combinaisons inter-écotypes ;

This table reveals the excellent combining ability of CRH 405 D among the Central American *oleifera*, and of LM 2T among the La Mé *guineensis*

The good general combining ability of LM 2T for bunch production within the *guineensis* species is already well known, and for this example it would seem that this is also the case when crossed with *oleifera* individuals

The *oleifera* parent CRH 405 D confirmed its good performance in another trial planted at Aek Kwasan; it produced 26.4 tonnes of bunches/ha/year on average from 4-9 years, when crossed with another La Mé parent. There are also bunch analysis data available for this trial, hence oil production can be calculated; this cross came second for this character with 4.84 tonnes of oil/ha/year (18.3% industrial extraction rate), i.e. second place in the 17 crosses tested

## DISCUSSION

Improvement of the interspecific hybrids between *E. oleifera* from Central America and *E. guineensis*, as described in the previous section, clearly confirmed the results frequently observed: in the best cases, bunch production can be comparable to that of *E. guineensis*, but the extraction rate generally remains low.

Despite very variable production results between the different ecotype combinations and within the same type of cross, it does not seem realistic to extend interspecific F1 hybrids. Although the best of them have acceptable oil production, it is still not technically possible to produce them in adequate quantities.

On the other hand, the fact that a method exists for true-to-type genotype reproduction through *in vitro* culture, and the possibility of partly restoring fertility to the interspecific hybrid by back-crossing, suggest that there is hope in the medium term of passing on *E. oleifera*'s inherent qualities to the oil palm profession

### Definition of a strategy

The approach taken by IRHO in this field is as follows:

- identification of the best between-ecotype combinations;

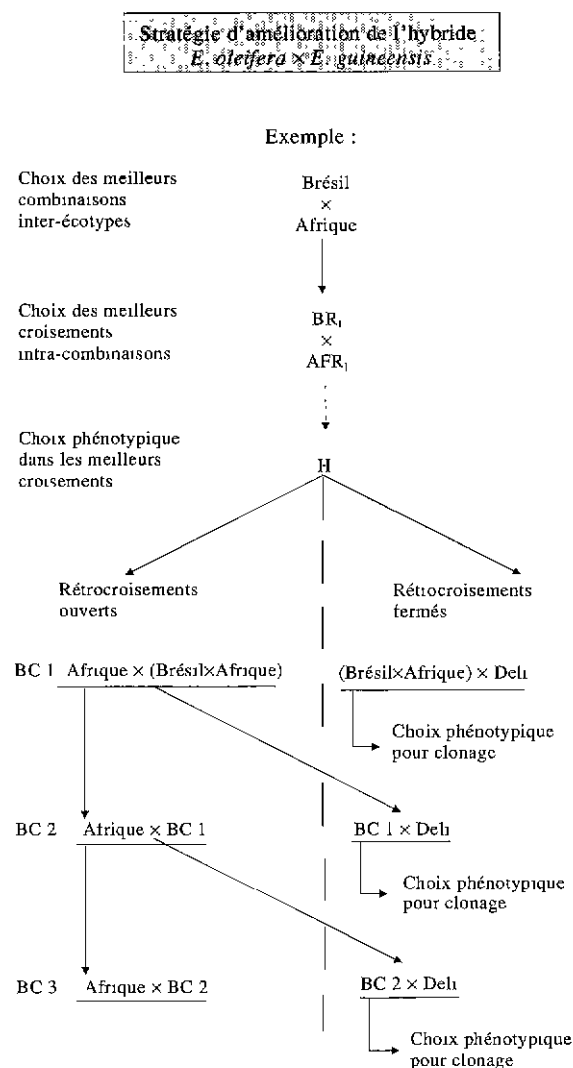


FIGURE 1

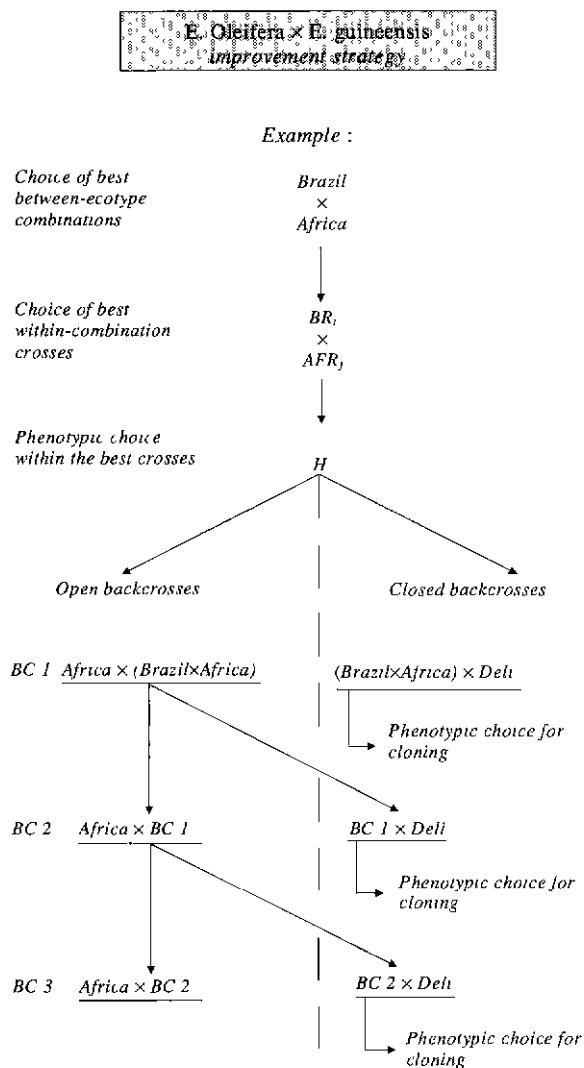


FIGURE 1

- identification des meilleurs croisements individuels ;
- caractérisation des arbres sur :
  - production de régimes,
  - fluidité de l'huile (indice d'iode),
  - croissance en hauteur et encombrement.

Les arbres les plus prometteurs ainsi identifiés peuvent soit être clonés afin de tester leur valeur à plus grande échelle (productivité en huile et tolérance aux maladies), soit servir de géniteurs pour une ou plusieurs générations de rétrocroisements (Fig. 1).

La majorité des croisements interspécifiques ont été réalisés avec des *guineensis* d'origine Afrique afin d'être en mesure d'obtenir des individus tenera dans la descendance. Pour exploiter au mieux les générations suivantes de rétrocroisement, il importe de tenir compte des informations connues sur les aptitudes à la combinaison entre origines et individus *guineensis*, et du schéma général d'amélioration (Meunier et Gascon, 1972).

- identification of the best individual crosses:
- characterization of trees, based on:
  - FFB production ,
  - oil fluidity (iodine value),
  - vertical growth and bulk.

The most promising trees identified in this way can either be cloned, to test their value on a larger scale (oil production and disease tolerance), or used as parents for one or more generations of back-crosses (Fig. 1)

Most of the interspecific crosses were carried out with *guineensis* of African origin, so as to obtain tenera individuals in the progenies. In order to ensure optimum exploitation of subsequent generations of back-crosses, account needs to be taken of what is known about combining abilities between *guineensis* origins and individuals, and of the general improvement scheme (Meunier and Gascon, 1972).

Deux catégories de rétrocroisements peuvent être envisagées :

- Les rétrocroisements "fermés" pour lesquels on essaie de reproduire au sein de la partie *guineensis* du génotype une combinaison *guineensis* connue, exemple : Deli×(La Mé×Brésil) Ce type de rétrocroisement constitue une impasse pour la sélection mais un matériel performant pour le clonage .
- les rétrocroisements "ouverts" pour lesquels la partie *guineensis* du génotype est une recombinaison intra-groupe, exemple : Yangambi×(La Mé×Brésil).

Ces croisements servent de base à une ou plusieurs générations ultérieures de rétrocroisements, mais ne présentent pas *a priori* d'intérêt pour le clonage immédiat

A cette stratégie de sélection peuvent être opposés deux inconvénients majeurs : la durée de chaque cycle et un brassage génétique insuffisant. Il est toutefois possible de réduire l'importance de ces problèmes en utilisant des procédures appropriées.

### La durée des cycles

Une sélection par rétrocroisement sur une plante pérenne peut sembler une gageure, d'autant plus que certains des caractères sélectionnés ne peuvent pas être mesurés avant plusieurs années : fluidité de l'huile ou croissance en hauteur.

En fait, à partir du stade BC1, la stratégie retenue est de privilégier la rapidité d'exécution et la diversité du matériel par rapport aux critères de tri.

Les critères retenus en pratique sont :

- pour un rétrocroisement fermé (clonage) : une bonne fertilité mâle et femelle ;
- pour un rétrocroisement ouvert (continuation des rétrocroisements) : phénotype s'apparentant à celui du parent oleifera non récurrent.

En tout état de cause, les caractères qui nous semblent actuellement les plus importants : tolérance à certaines maladies associée à une bonne productivité, ne peuvent pas être appréciés sur un seul individu et il convient de cloner avant de connaître la valeur génétique des individus.

### Brassage insuffisant

Sans que cela ait pu être quantifié, il est probable que le fait d'effectuer des rétrocroisements directement à partir de l'hybride inter-spécifique de première génération aboutisse très rapidement à la formation d'importants *linkages guineensis* et diminue donc les probabilités d'obtention de recombinaisons interspécifiques au sein du génome. Ceci peut être évité en effectuant des croisements entre individus de première génération d'hybridation interspécifique F1 × F1. Les inconvénients de cette méthode sont que les descendances ainsi obtenues sont très hétérogènes et de faible valeur moyenne, et que cela impose une génération de plus avant la phase d'exploitation par clonage. Le principal avantage est que cela laisse espérer des progrès génétiques plus importants à long terme.

### Etat d'avancement du programme IRHO

L'ensemble des croisements décrits dans le tableau I présente la première génération d'hybrides interspécifiques.

Les premiers rétrocroisements et F2 ont été effectués à partir de matériel (Brésil × La Mé) et (Brésil × Yangambi) et plantés en 1984 et 1985 à La Mé. Le détail de ce qui a été planté figure dans le tableau V.

Un important programme de croisements visant à exploiter les combinaisons de première génération. (Monteria × La Mé), (Monteria × Yangambi) et (Amérique Centrale × La

*Of the possible types of back-crosses, two are worth mentioning:*

- "closed" back-crosses, where attempts are made to reproduce a known *guineensis* combination within the *guineensis* part of the genotype, e.g Deli × (La Mé × Brazil). This type of back-cross is a dead-end for breeding but is good material for cloning;
- "open" back-crosses, for which the *guineensis* part of the genotype is a within-group recombination, e.g Yangambi × (La Mé × Brazil).

*These crosses serve as a basis for one or more subsequent generations of back-crosses, but are not, a priori, suitable for immediate cloning*

*This breeding strategy has two major drawbacks, the length of each cycle and insufficient genetic mixing. Nevertheless, it is possible to reduce the extent of these problems using appropriate procedures.*

### Cycle length

*Selection by back-crossing with perennial plants may seem to be a long shot, particularly as some of the characters selected cannot be measured for several years: oil fluidity, or vertical growth.*

*In fact, from stage BC1 onwards, the strategy adopted is to favour rapid utilization and the diversity of the material rather than sorting criteria.*

*The criteria applied in practice are:*

- for a closed back-cross (cloning): good male and female fertility,
- for an open back-cross (continuation of back-crosses): phenotype similar to that of the non-recurrent oleifera parent.

*In any case, the characters currently considered to be the most important - tolerance to certain diseases combined with high yields - cannot be assessed on a single individual and cloning should go ahead before the genetic value of the individuals is known.*

### Insufficient mixing

*Though it has not been possible to quantify it, it is probable that carrying out back-crosses directly from the first generation interspecific hybrid very quickly leads to the formation of substantial *guineensis* linkages, thereby reducing the probability of obtaining interspecific recombinations within the genome. This can be avoided by carrying out crosses between individuals from the first generation of F1 × F1 interspecific hybrids. The drawbacks of this method are that the progenies obtained in this way are very heterogeneous and have a low average value and this means an additional generation is necessary before exploitation can begin by cloning. The main advantage is that this provides the hope of greater genetic progress in the long term.*

### Progress made in the IRHO programme

*All the crosses described in table I are the first generation of interspecific hybrids.*

*The first F2 back-crosses were carried out using (Brazil × La Mé) and (Brazil × Yangambi) materials and planted in 1984 and 1985 at La Mé. Table V gives details of the materials planted.*

*A substantial crossing programme aiming to exploit the first generation combinations (Monteria × La Mé), (Monteria × Yangambi) and (Central America × La Mé) was also*

TABLEAU V. — Plantation de rétrocroisements et F2 — (*Planting of F2 back-crosses*)

Types de croisements ( <i>Types of crosses</i> )	Nombre de croisements plantés en ( <i>Number of crosses planted in</i> )	
	1984	1985
(Brésil × La Mé) × Deli	3	—
(Brésil × La Mé) × La Mé	4	—
(Brésil × La Mé) × Yangambi	—	2
(Brésil × La Mé) × Nigéria	4	—
(Brésil × Yangambi) × Deli	3	—
(Brésil × Yangambi) × La Mé	1	1
(Brésil × Yangambi) × Yangambi	—	2
(Brésil × Yangambi) × Nigéria	3	—
(Brésil × Yangambi) × (Brésil × La Mé)	—	1

Mé) a également été initié et s'est concrétisé par la mise en place de nouvelles plantations de rétrocroisements et de F2 depuis juin 1991.

Cinq arbres issus de rétrocroisement plantés en 1984 ont d'ores et déjà été clonés en 1990 et devraient permettre un test de leur valeur à grande échelle à partir de 1994.

### CONCLUSION

Après le vif intérêt manifesté par un bon nombre d'équipes de recherche dans les années 1970 pour l'hybride interspécifique *E. oleifera* × *E. guineensis*, les premiers résultats de production d'huile obtenus en expérimentation au champ ont clairement montré qu'il n'était pas économiquement envisageable d'exploiter cet hybride en première génération. Il apparaît maintenant que pour espérer pouvoir un jour tirer parti des qualités apportées par l'espèce sud américaine, il est nécessaire de commencer par restaurer une fertilité suffisante.

L'intérêt généralement porté à l'hybridation interspécifique s'est également certainement déplacé : la réduction de la croissance en hauteur apparaît comme moins prioritaire car d'importants progrès ont été faits ces 20 dernières années dans ce domaine sur *E. guineensis*. Quant à la qualité de l'huile, l'interchangeabilité actuelle des huiles auprès des industriels et le fait que même une huile d'*E. oleifera* pur n'aura jamais les caractéristiques d'une huile d'arachide, font diminuer l'intérêt qu'on y porte. En revanche, les possibilités de trouver des tolérances vis-à-vis de maladies sérieuses comme la pourriture du coeur d'Amérique Latine constituent à moyen terme le seul espoir de maintenir une elaeiculture performante dans certains pays.

De l'analyse des résultats partiels présentés ici, il ressort qu'il est possible d'exploiter un dispositif initialement prévu pour tester des hybrides de première génération, dans le but de restaurer la fertilité.

L'identification des meilleures combinaisons entre écotypes, et au sein de celles-ci des croisements les plus performants permet de disposer d'un matériel amélioré pour la poursuite du programme de restauration de la fertilité. Celui-ci consiste en une succession de rétrocroisements sur *E. guineensis*, avec possibilité à chaque stade de multiplier par culture *in vitro* les individus jugés intéressants afin de tester leur valeur pour les principaux paramètres retenus (productivité, tolérance aux maladies). Devant la menace que constitue la pourriture du coeur pour certaines parties du continent sud-américain, l'IRHO a déjà prévu de cloner les meilleurs individus au sein des croisements F1 afin de tester leur tolérance en zone infestée par la maladie.

La réorientation effective du programme *oleifera* de l'IRHO a débuté en 1984 avec la plantation des premiers rétrocroisements et la prochaine étape devrait être le test en champ à

launched and led to new back-cross and F2 plantings started in June 1991.

Five trees obtained from back-crosses planted in 1984 were cloned in 1990 and it should be possible to test their value on a large scale from 1994 onwards.

### CONCLUSION

Following the lively interest shown in the *E. oleifera* × *E. guineensis* by a fair number of research teams in the 1970s, the first oil production results obtained in field experiments clearly showed that it was not economically feasible to exploit the first generation of this hybrid. It now seems that if any benefit is to be derived from the qualities provided by the South American species, the first step has to be the restoration of sufficient fertility.

The interest generally shown in interspecific hybridization has also certainly shifted; reducing the vertical growth rate now seems to be less of a priority, since substantial progress has been made with *E. guineensis* in this respect over the last 20 years. As regards oil quality, the current interchangeability of oils as far as industrialists are concerned and the fact that even pure *E. oleifera* oil will never have the characteristics of groundnut oil, have led to less interest in it. On the other hand, the possibility of finding tolerance to serious diseases, such as bud rot in Latin America, is the only hope, in the medium term, of maintaining a successful oil palm activity in certain countries.

An analysis of the partial results given here shows that the structures initially set up to test first generation hybrids can be used to restore fertility.

By identifying the best combinations between ecotypes and the crosses within these combinations that perform the best, improved material is made available for continuation of the fertility restoration programme. This consists of a series of back-crosses to *E. guineensis*, with the possibility, at each stage, of multiplying those individuals judged to be of value by *in vitro* culture, so as to test their value as regards the main parameters adopted (productivity, disease tolerance). Faced with the threat of bud rot in certain parts of the South American continent, IRHO is already planning to clone the best individuals within the F1 crosses, so as to test them for tolerance in a disease-infested zone.

Effective revision of the IRHO *oleifera* programme began in 1984, when the first back-crosses were planted, and the next stage should be field tests from 1994 onwards with the



partir de 1994 des premiers clones issus de ces croisements. La diffusion sur une large échelle de clones prouvés ayant des gènes d'*E. oleifera* serait donc en théorie possible au cours de la première décennie du 21<sup>e</sup> siècle.

first clones obtained from these crosses. Large-scale distribution of tried and tested clones with *E. oleifera* genes would therefore be possible, in theory, in the first decade of the 21st century.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] ARNAUD F. (1980). —Fertilité pollinique de l'hybride *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis* et des espèces parentales. *Oléagineux* 35, (3), 121-129.
- [2] BAUDOIN L., SCHWENDIMAN J. et de REFFYE P. (1984). —Principes de l'analyse de la fertilité femelle chez l'hybride F1 de palmier à huile *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis* et chez les espèces parentales. Modèle probabiliste et interprétation biologique. *Agronomie* 4 (9), 861-869.
- [3] ESCOBAR R. (1981). —Preliminary results of the collection and evaluation of the american oil palm *Elaeis oleifera* in Costa Rica, Panama and Colombia. Proceedings of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the eighties, Kuala Lumpur (Malaysia) 17-20 juin 1981.
- [4] LUBIS R.A., PAMINK et LUBIS A.U. (1987). —Prospects of *E. oleifera* × *E. guineensis* Hybrids for breeding purposes in Indonesia. Proceedings of ISOPB/PORIM workshop on prospects of interspecific hybrids, Selangor (Malaysia), 27 June 1987.
- [5] MEUNIER J. et GASCON J.P. (1972). —Le schéma général d'amélioration du palmier à huile à l'IRHO. *Oléagineux*, 27, (1), 1-12.
- [6] MEUNIER J. (1975). —Le "palmier à huile" américain *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 30, (2), 51-61.
- [7] MEUNIER J. et BOUTIN D. (1975). —L'*Elaeis melanococca* et l'hybride *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis*. Premières données. *Oléagineux*, 30 (1), 5-8.
- [8] MEUNIER J., VALLEJO G. et BOUTIN D. (1976). —L'hybride *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis* et son amélioration. *Oléagineux*, 31, (12), 519-528.
- [9] MEUNIER J. et AMBLARD P. (1982). —Prospection *E. melanococca* Brésil. Rapport préliminaire. Document interne IRHO.
- [10] OBASOLA C.O. (1973). —Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria. I. Pollination, compatibility, varietal segregation, bunch quantity and yield of F1 hybrids *Corozo oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Journal of the Nigerian Institute for Oil Palm Research*, 5, (18), 43-53.
- [11] OBASOLA C.O. (1973). —Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria. II. Vegetative characters of F1 hybrids *Corozo oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Journal of the Nigerian Institute for Oil Palm Research*, 5, (18), 55-58.
- [12] OBASOLA C.O., OBISESAN I.O. et OPUFE I. (1977). —Breeding for short-stemmed oil palm in Nigeria. III. Morphological characters, fruit from segregation and bunch quality of the first back-cross population of inter-specific hybrids of *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* to *Elaeis guineensis* Jacq. International developments in oil palm.
- [13] PHILIPPE R. (1977). —Etude du développement de *Coelenomenodes elaeidis* Mik (Coleoptera, Hispidae) sur l'hybride *E. guineensis* Jacq. × *E. melanococca*. *Oléagineux*, 32, (1), 1-4.
- [14] RENARD J.L., NOIRET J.M. et MEUNIER J. (1980). —Sources et gammes de résistance à la fusariose chez les palmiers à huile *Elaeis guineensis* et *Elaeis melanococca*. *Oléagineux*, 35, (8-9), 387-393.
- [15] RAJANAIDU N. (1983). —*Elaeis oleifera* collection in south and central America. *Plant Genetic Resources Newsletter* 56, 42-51.
- [16] RAJANAIDU N., TAN B.K. et RAO V. (1983). —Analysis of fatty acid composition (FAC) in *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, their hybrids and its implications in breeding. *PORIM Bulletin* 7, 9-20.
- [17] RAJANAIDU N., RAO V. et KHUSAIRI A. (1987). —Genetic analysis of yield, vegetative growth and fatty acid composition (FAC) in Interspecific (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) hybrids. Proceedings of ISOPB/PORIM workshop on prospects of interspecific hybrids, Selangor (Malaysia) 27 June 1987.
- [18] SCHWENDIMAN J., PALLARES P. et AMBLARD P. (1982). —Premiers examens des accidents de fertilité chez l'hybride interspécifique de palmier à huile *Elaeis melanococca* × *Elaeis guineensis*. *Oléagineux*, 37, (7), 331-341.
- [19] STERLING F., RICHARDSON D.L. et CHAVEZ C. (1987). —Some phenotypic characteristics of the descendants of 'QB49 238', an exceptional hybrid of oil palm. Proceedings of the 1987 International oil palm/palm oil conferences. Kuala Lumpur, Malaysia.
- [20] TAM T.K., LIM C.S., YEOH G.H. et OOI S.C. (1987). —The oil and other characteristics of interspecific (*Elaeis guineensis* × *Elaeis oleifera*) hybrids planted in Malaysia and their significance for future breeding programmes. Proceedings of ISOPB/PORIM workshop on prospects of interspecific hybrids. Selangor (Malaysia), 27 June 1987.
- [21] TAN Y.P. (1987). —Performance of O × G hybrids in lower Perak, Malaysia. Proceedings of ISOPB/PORIM workshop on prospects of interspecific hybrids, Selangor (Malaysia), 27 June 1987.
- [22] VALLEJO G., CASSALETTI D.C. (1975). —Prospects of growing interspecific hybrids of *Elaeis oleifera* (H.B.K.) Cortez × African oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Colombia. *Revista ICA* 10, (1), 19-35.
- [23] VANDERWEYEN R. et ROELS O. (1949). —Les variétés d'*Elaeis guineensis* Jacquin du type albescens et l'*Elaeis melanococca* Gaertner (em Bailey). Publications de l'IN E A C., Série scientifique n° 42.

## RESUMEN

### El programa de híbridos interespecíficos *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* del IRHO.

V. LE GUEN, P. AMBLARD, A. OMORE, A. KOUTOU, J. MEUNIER, *Oléagineux*, 1991, 46, N°12, p 479-487

La especie suramericana *Elaeis oleifera* ha pasado a formar parte del programa de mejoramiento de la palma aceitera del IRHO a principios de la década de los 70. Se hace referencia al diseño experimental de mejoramiento del híbrido interespecífico, que consiste principalmente en pruebas de habilidad combinatoria entre ecotipos y entre individuos. Este diseño proporcionó la identificación de padres *oleifera* o *guineensis* que tengan un buen comportamiento en las hibridaciones interespecíficas, pero el nivel de productividad de aceite sigue siendo bajo relativamente al *guineensis* mejorado, por ser el híbrido parcialmente estéril. Se define una nueva estrategia, que consiste en restablecer la fertilidad por cruzamiento de retorno en la especie *guineensis*, y en clonar los individuos más prometedores dentro de estos cruzamientos. pa-

ra evaluarlos. Los objetivos de mejoramiento también se revisaron, limitándose básicamente a incrementar la productividad de aceite y a identificar fuentes de tolerancia a la pudrición del cogollo de América Latina. Individuos procedentes del primer ciclo de cruzamiento de retorno ya se clonaron en Côte-d'Ivoire. La propagación de variedades interespecíficas obtenidas por este método habría de iniciarse ya en la primera década del siglo veintiuno.

**Palabras-clave.** — *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, híbrido interespecífico, productividad, pudrición del cogollo, habilidad combinatoria, clonación.