

Résumé

Des cocotiers hybrides PB 121 adultes, plantés sur sables tertiaires de Côte d'Ivoire, complantés de pueraria et auxquels on restitue les bourres, peuvent subir une importante réduction temporaire des doses classiques d'engrais. La teneur des feuilles en éléments minéraux ne montre pas de faiblesse significative et la production ne chute que de 8 % après un arrêt total de fumure pendant six ans. Les bourres restituent annuellement entre 155 et 200 kg de chlorure de potassium et entre 25 et 33 kg de kiesérite par hectare.

Abstract

PB 121 hybrid coconut palms planted on tertiary sands in Côte d'Ivoire, with a Pueraria cover crop and restoration of husks to the soil, can withstand a considerable temporary reduction in conventional fertilizer application rates. Leaf contents for mineral nutrients did not reveal any significant weakening and yields were only down by 8% six years after fertilization was totally suspended. Husks return between 155 and 200 kg of potassium chloride per hectare per year to the soil, and between 25 and 33 kg of kieserite.

Resumen

Cocoteros híbridos PB 121 adultos, sembrados sobre arenas terciarias en Côte d'Ivoire, con intercultivo de pueraria y a los cuales se restituye los mesocarpos, pueden aguantar una fuerte reducción temporaria de las dosis clásicas de fertilizante. El contenido de las hojas de elementos minerales no muestra endeblez significativa y la producción no cae más que del 8 % después de una interrupción total de abonado durante seis años. Los mesocarpos restituyen cada año entre 155 y 200 kg de cloruro de potasio y entre 25 y 33 kg de kieserita por hectárea.

Rationnement des fumures potassique et magnésienne du cocotier

Zakra N.¹, Ouvrier M.², Sangare A.¹

1 IDEFOR/DPO, station Marc Delorme 07 BP 13, Abidjan 07, Côte d'Ivoire

2 IDEFOR/DPO, plantation Robert Michaux PB 8, Dabou, Côte d'Ivoire

La fertilisation a toujours été considérée comme l'un des principaux facteurs permettant au cocotier adulte d'exprimer pleinement son potentiel de production. En Côte d'Ivoire, dans le jeune âge, les fumures azotée, phosphatée, potassique et magnésienne sont nécessaires pour un développement optimal des cocotiers (Manciot *et al.*, 1980). Au-delà, on arrête d'apporter l'engrais phosphaté sans noter d'incidence sur la nutrition phosphatée et la production (Brunin, 1968). Il en est de même de la fumure azotée, à condition qu'une couverture de légumineuse soit installée dès la plantation (Frémond, 1966). Par la fixation de l'azote atmosphérique et par la restitution de la matière organique à partir de la matière végétale (feuilles, bourres), la légumineuse entretient et améliore en permanence le pool d'azote du sol et assure généralement un excellent niveau de nutrition azotée au cocotier (Ochs *et al.*, 1993).

Entre 1984 et 1994-1995, le prix des engrais a presque doublé : de 64 à 128 F CFA⁽¹⁾ pour le kg de chlorure de potassium (KCl) et de 95 à 185 F CFA pour celui de kiesérite (sulfate hydraté de magnésium). Pour fumer un hectare sur la base du barème (tableau 1), le planteur devrait alors engager 35 280 F CFA par an uniquement pour ces deux engrais.

Parallèlement à cette hausse des intrants, le prix de vente du coprah a chuté de 160 000 F CFA en 1984 à 78 000 F CFA la tonne en 1994-1995, soit une baisse de

51,3 %. L'apport d'une fumure minérale complète et régulière semblerait n'être plus rentable alors que, sans apport d'engrais, on ne peut plus obtenir une production optimale.

L'avenir de la plantation pourrait être hypothéqué par la chute éventuelle de la production et la baisse de la fertilité du sol à court et moyen termes. Le rationnement des fumures, que la station Marc Delorme étudie depuis 1984, devient alors un thème d'actualité.

Matériel et méthode

L'étude a commencé en 1984 sur des cocotiers hybrides PB 121 plantés sur le bloc Palmindustrie de «Mafiblé» en 1970, à la lisière nord-est du bloc «500 hectares» de la station Marc Delorme. La plantation a été faite en triangle équilatéral de 9 m de côté, soit une densité de 143 arbres/ha. De la mise en place jusqu'en 1983, les cocotiers ont reçu une fumure conforme au barème mis au point par l'IRHO⁽²⁾ pour la cocoteraie du sud-est de la Côte d'Ivoire (tableau 1). Ce barème a été déterminé en condition de non restitution des bourres des noix aux cocotiers producteurs, dans le réseau d'expériences multiples en Côte d'Ivoire. Dans ces conditions, il tient compte de l'évolution de la nutrition minérale, de la production et des coûts des intrants et des produits.

Comme plante de couverture, *pueraria* s'est très bien installé et assure une nutrition azotée correcte des cocotiers. Le sol, de couleur ocre, est issu des sables d'origine tertiaire. A partir de 1981, les bourres des noix sont laissées sur le terrain de

(1) 1 F CFA = 0,01 FF

(2) Ex-Institut de recherches pour les huiles et oléagineux du Cirad

Tableau 1. Fumure appliquée* sur la parcelle étudiée, avant la mise en place de l'essai. / *Fertilizers applied* to the study plot before the trial was set up.*

		Années/ Years				
Engrais/ Fertilizer	N0	N1	N2	N3	N4	N5 et +/ and +
Urée/ Urea	200	300	400	500	(750)	-
Phosphate super simple Single superphosphate	200	400	500	500	-	-
Chlorure de potassium Potassium chloride	400	800	1 500	2 000	2 400	2 000
Kiesérite/ Kieserite	200	400	1 000	1 000	1 000	1 000

() L'apport d'urée en N4 est fonction des résultats du diagnostic foliaire. / *Urea application in N4 depends on leaf analysis results.*
 * C'est aussi le barème de fumure préconisé sur les cocoteraies du sud-est de la Côte d'Ivoire. / ** It is also the fertilizer schedule recommended for coconut palms in southeastern Côte d'Ivoire.*

Tableau 2. Fumures appliquées (g/arbre/an). / *Fertilizers applied (g/palm/year).*

Période/ Period	KCI	Kiesérite
1984-1986		
A	2 000	1 000
B	1 600	800
C	1 200	600
D	800	400
Après 1987 After 1987		
A	2 000	1 000
B	1 000	500
C	500	250
D	0	0

l'expérience, à proximité des cocotiers producteurs de noix. Cette nouvelle disposition constitue une modification importante des techniques culturales, elle est appliquée à toutes les plantations.

La pluviométrie et l'insolation annuelles moyennes enregistrées sur le site entre 1984 et 1993 sont de 1600 mm et 2 190 heures. La nappe phréatique se situe à environ 5 m de profondeur en saison sèche.

Le dispositif expérimental est conçu en bloc de Fisher avec 4 objets répétés 7 fois. Il comporte ainsi 28 parcelles contenant chacune 5 lignes de 10 arbres (3 x 8 = 24 arbres utiles), soit un total de 1 400 cocotiers.

Les objets correspondent à 4 niveaux de fumures A, B, C et D où :

- «A» représente les doses du barème appliquées sur les cocotiers adultes (tableau 1) ;
- les traitements B, C et D correspondent à des niveaux de rationnement par rapport à la dose A. De 1984 à 1986 ils ont été de 80, 60 et 40 %. A partir de 1987, les doses ont été réduites (B = 50 % de A et C = 25 % de A) et D est devenu un arrêt total des apports de fumure magnésienne et potassique (tableau 2).
- Les observations ont porté sur :
 - la nutrition minérale des cocotiers par diagnostic foliaire annuel sur feuille de rang 14. On s'est assuré de l'homogénéité de l'essai avant la mise place par un diagnostic foliaire en 1984 ;
 - la production annuelle des arbres (6 récoltes enregistrées par an à raison d'une récolte tous les 2 mois) et ses composantes : nombre de noix/arbre et taux de coprah/noix. A chaque récolte, une noix est prélevée par arbre utile. Les noix sont ensuite regroupées par parcelle élémentaire pour l'analyse du coprah par noix ; 28 échantillons ont été ainsi analysés par an ;

Tableau 3. Evolution des teneurs foliaires (% de matière sèche) en azote (N), phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg) de 1984 à 1992. / *Variations in leaf contents (% of dry matter) for nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and magnesium (Mg) from 1984 to 1992.*

Date	A	B	C	D	Test Duncan/ Duncan test
03/84	2,35*	2,32	2,30	2,30	F ns
03/85	2,34	2,31	2,30	2,34	F ns
01/86	2,30	2,28	2,30	2,27	F ns
N 01/87**	2,21	2,23	2,24	2,22	F ns
02/88	2,27 b	2,23 b	2,34 ab	2,36 a	0,026
01/90	2,37	2,40	2,39	2,42	0,565
02/91	2,39	2,42	2,40	2,44	0,106
03/92	2,35	2,34	2,33	2,35	0,961
03/84	0,159	0,159	0,161	0,159	F ns
03/85	0,159	0,160	0,161	0,162	F ns
01/86	0,152	0,154	0,152	0,155	F ns
P 01/87**	0,157	0,156	0,157	0,157	F ns
02/88	0,148 c	0,151 bc	0,154 ab	0,155 a	0,003
01/90	0,147	0,149	0,148	0,152	0,104
02/91	0,153	0,158	0,159	0,158	0,186
03/92	0,154 b	0,158 a	0,159 a	0,161 a	0,002
03/84	1,378	1,362	1,393	1,360	F ns
03/85	1,333	1,359	1,359	1,335	F ns
01/86	1,369	1,344	1,362	1,312	F ns
K 01/87**	1,391	1,393	1,370	1,275	A,B,C <> D
02/88	1,442 a	1,401 a	1,389 a	1,293 b	0,013
01/90	1,327 a	1,276 ab	1,218 bc	1,135 c	0,002
02/91	1,360 a	1,270 b	1,258 b	1,108 c	0,000
03/92	1,355 a	1,285 ab	1,254 b	1,122 c	0,000
03/84	0,262	0,255	0,262	0,267	F ns
03/85	0,233	0,221	0,226	0,221	F ns
01/86	0,237	0,230	0,215	0,228	F ns
Mg 01/87**	0,233	0,227	0,224	0,231	F ns
02/88	0,233	0,227	0,235	0,226	0,843
01/90	0,236	0,234	0,213	0,216	0,106
02/91	0,258	0,243	0,234	0,239	0,131
03/92	0,255 a	0,213b	0,227 b	0,221 b	0,020

* Dosages effectués sur la feuille de rang 14. Le diagnostic foliaire de 1984, avant la mise en place de l'essai, permet de s'assurer de l'homogénéité des parcelles. / *Titrations carried out on rank 14 leaf. Plot uniformity was checked in the 1984 leaf analysis, before the trial was set up.*

** Modification des doses de fumure par rapport au protocole initial : B = 50 % de A, C = 25 % de A et D ne reçoit aucune fumure. / *Modification of fertilizer rates in initial protocol: B = 50% of A, C = 25% of A and D received no fertilizer.*

- les teneurs en éléments minéraux des bourres, de 1984 à 1989 ; la bourre a été prélevée sur les mêmes échantillons que précédemment. Les observations ont été interrompues en 1990 et reprises en

juillet 1991 avec, par souci d'économie, un nombre d'échantillons réduit. Il est désormais constitué un échantillon moyen annuel par traitement et non par parcelle élémentaire. Dans chaque par-

celle, 3 noix sont prélevées à chaque tour de récolte sur 3 arbres utiles, préalablement identifiés. A la fin de la campagne, les 6 échantillons obtenus sont regroupés par traitement pour constituer un échantillon moyen.

Résultats et discussion

Evolution de la nutrition minérale

On constate que, malgré les grands écarts entre les doses de fumure appliquées depuis 1984, aucune différence significative n'est apparue pour les teneurs entre les traitements A, B et C, jusqu'en 1987 inclus, pour tous les éléments minéraux, sauf le potassium (tableau 3). En effet, on remarque une diminution des teneurs en potassium sur l'objet D, non significative jusqu'en 1986 mais qui devient significative à partir de 1987, sans être catastrophique puisque le niveau critique en potassium est de l'ordre de 1,2 %. Les niveaux de l'azote et du phosphore sont restés stables sur tous les objets et supérieurs aux seuils critiques

qui sont de 2,2 % et de 0,12 % de matière sèche sur les cocotiers PB 121 adultes.

Ces résultats confirment que :

- les sols formés sur sables tertiaires de Côte d'Ivoire sont suffisamment riches en phosphore pour assurer aux cocotiers PB 121 adultes une nutrition phosphatée correcte, sans apport d'engrais phosphaté ;
- la couverture de *pueraria* joue incontestablement un rôle important dans la fixation de l'azote au profit des cocotiers. Elle leur assure un excellent niveau de nutrition azotée, sans apport d'urée.

L'arrêt total d'apport de fumure potassique (1987) sur l'objet D a entraîné une baisse significative des teneurs foliaires en potassium par rapport aux objets A, B et C. Mais, c'est seulement lors du diagnostic foliaire de 1990, soit trois ans après la suspension des fumures sur ce traitement, que les teneurs en potassium des feuilles des cocotiers sont tombées en dessous du seuil critique de 1,2 %. Elles se sont stabilisées depuis, à un niveau légèrement supérieur à 1,10 %.

L'apport de 50 et 25 % (traitements B et C) de la dose normale de chlorure de potassium permet de maintenir une teneur en potassium supérieure au niveau critique de 1,2 %. On observe, tout de même, une diminution significative des teneurs par rapport au témoin A, deux ans après l'application de ces rationnements, avec une stabilisation des teneurs au-dessus de 1,2 %.

La nutrition magnésienne est relativement peu sensible aux rationnements appliqués. Les teneurs en magnésium diminuent légèrement dès la première année ; mais cette différence ne devient significative qu'après cinq ans d'arrêt d'apport de kiesérite. Les teneurs se situent encore au-dessus de 0,22 %, alors que le niveau critique adopté pour cet élément est de 0,20 %.

La production

Malgré le rationnement sévère et prolongé de la fumure, le nombre de noix/arbre n'a été significativement affecté que l'année 1991-1992 (tableau 4). Il reste encore élevé sur l'ensemble des objets, bien que la production de la 6^e année de suspension de

Tableau 4. Evolution de la production de 1984-1985 à 1992-1993. / Yield trends from 1984-1985 to 1992-1993.

	A	B	C	D	PPDS/LSD	
Noix/arbre / Nuts/palm					5 %	1 %
Campagne 1984-85 Season	124	109	100	115	13,8	19,0
Campagne 1985-86 Season	113	110	106	110	8,1	11,0
Campagne 1986-87* Season	111	108	101	106	10,8	14,8
Campagne 1987-88 Season	110	109	103	104	7,8	10,6
					Prob. de F/F Prob.	
Campagne 1988-89 Season	104	105	103	105	0,910	
Campagne 1989-90 Season	137	138	134	130	0,408	
Campagne 1990-91 Season	139	133	131	125	0,061	
Campagne 1991-92 Season	127 a	123 ab	121 b	116 c	0,002	
Campagne 1992-93 Season	148	151	140	136	0,152	
Coprah/noix (g) / Copra/nut (g)						
Campagne 1984-85 Season	212	208	210	210	8,1	11,1
Campagne 1985-86 Season	203	203	200	203	9,8	13,5
Campagne 1986-87* Season	205	206	205	208	7,0	9,6
Campagne 1987-88 Season	204	213	204	207	9,9	13,6
Campagne 1988-89 Season	200	200	198	200	8,8	12,0
Campagne 1989-90 Season	214	220	217	219		
					Prob.de F/F Prob.	
Campagne 1990-91 Season	217	221	218	222	0,585	
Campagne 1991-92 Season	211	218	215	216	0,239	
Coprah/arbre (kg) / Copra/palm (kg)						
Campagne 1984-85 Season	26,1	22,5	20,9	24,2	3,1	4,3
Campagne 1985-86 Season	22,9	22,3	21,0	22,4	1,6	2,2
Campagne 1986-87 Season	22,7	22,2	20,8	21,9	2,1	2,8
Campagne 1987-88 Season	22,3	23,0	20,9	21,5	1,8	2,4
Campagne 1988-89 Season	22,2	22,1	21,1	21,5	1,6	2,2
Campagne 1989-90 Season	29	30	29	28		
					Prob.de F/ F Prob.	
Campagne 1990-91 Season	27,6	27,0	26,4	25,7	0,075	
Campagne 1991-92 Season	31,3	32,8	30,1	29,4	0,208	

* Modification des doses de fumure par rapport au protocole initial : B = 50 % de A, C = 25 % de A et D ne reçoit aucune fumure. / Modification of fertilizer rates from initial protocol: B = 50% of A, C = 25% of A and D received no fertilizer.

Tableau 5. Bilan des fumures et des restitutions par les bourres. / *Results of fertilization and husk restoration.*

	A	B	C	D
Nombre de noix/arbre / <i>Number of nuts/palm</i>	138 a	136 a	132 ab	127 b
Poids de bourre/noix (g) / <i>Husk weight/nut (g)</i>	264	253	267	275
Poids de bourre/arbre (kg) / <i>Husk weight/palm (kg)</i>	36,4	34,4	35,2	34,9
Teneur* des bourres en K (% de matière sèche) / <i>Husk K content* (% of dry matter)</i>	1,92	1,95	1,73	1,55
en Mg (% de matière sèche) / <i>Mg content (% of dry matter)</i>	0,086	0,091	0,075	0,068
Quantité de K restituée par les bourres (g/arbre) / <i>Amount of K restored by husks (g/palm)</i>	699	671	609	541
Equivalent en KCl (g/arbre) / <i>KCl equivalent (g/palm)</i>	1 403	1 347	1 223	1 086
Quantité de Mg restituée par les bourres (g/arbre) / <i>Amount of Mg restored by husks (g/palm)</i>	31	31	26	24
Equivalent en Kiesérite (g/arbre) / <i>Kieserite equivalent (g/palm)</i>	228	228	191	176
Fumure apportée (g/arbre) / <i>Fertilizer applied (g/palm)</i>				
KCl	2 000	1 000	500	-
Kiesérite / <i>Kieserite</i>	1 000	500	250	-
Equivalent de fumure réellement reçu (g/arbre) / <i>Fertilizer equivalent actually received</i>				
KCl	3 403	2 347	1 723	1 086
Taux de rationnement par rapport au barème / <i>Rationing rate compared to the schedule</i>	1,70	1,17	0,86	0,54
Kiesérite / <i>Kieserite</i>	1 228	728	441	176
Taux de rationnement par rapport au barème / <i>Rationing rate compared to the schedule</i>	1,23	0,73	0,44	0,18

* Observations 1991 et 1992. / *Observations in 1991 and 1992.*

Moyennes annuelles des campagnes 1989-1990 à 1992-1993. / *Annual means of seasons 1989-1990 to 1992-1993.*

fumure de l'objet D soit inférieure de 8 à 10 % à celle des objets A et B. Il y a même eu une amélioration générale de la production en 1992-1993. Les analyses de coprah/noix et de coprah/arbre n'ont montré aucune différence significative sur les différents objets.

Restitution du potassium et du magnésium par les bourres

La quantité de bourres extraite de la noix n'a pas été influencée par le niveau de fumure appliquée sur la parcelle (tableau 5). Elle est en moyenne de 265 g (écart type = 7,8).

Le potassium

Les teneurs des bourres en potassium sont légèrement plus élevées sur les objets A (1,92 % de la matière sèche) et B (1,95 %) que sur C (1,73 %) et D (1,55 %). La forte réduction ou la suspension de la fumure potassique n'a donc eu qu'un léger effet négatif sur les teneurs des bourres en potassium. Après six années sans fumure potassique, cette baisse a été de seulement 19 %, ce qui paraît négligeable.

La quantité de potassium ainsi restituée varie légèrement avec les doses de chlorure de potassium apportées. Elle est de 541 à 700 g/arbre, ce qui équivaut à une dose de chlorure de potassium supplémentaire de 1 086 à 1 403 g/arbre selon le niveau de rationnement.

L'équivalent chlorure de potassium réellement reçu par chaque cocotier, en combinant l'apport de fumure minérale et la res-

titution par les bourres, est alors de 3 403 g pour l'objet A, 2 347 g pour B, 1 723 g pour C et 1 086 g pour D sans fumure minérale. Pour la période considérée (1989-1993), tout se passe comme si les objets A et B avaient reçu respectivement 70 % et 17 % de chlorure de potassium supplémentaire par rapport au barème. Sur les objets C et D, il s'est réellement agi d'une réduction de la dose de chlorure de potassium de 14 à 46 % par rapport à ce barème qui préconise 2 000 g/arbre/an.

Le magnésium

Les teneurs des bourres en magnésium sont également plus faibles sur les objets C et D (0,075 et 0,068 % de matière sèche) que sur A et B (0,086 et 0,091 %). Ceci correspond à une restitution par les bourres, équivalente à 228 g de kiesérite/arbre pour les objets A et B et 191 à 176 g/arbre pour les objets C et D. L'équivalent kiesérite, réellement reçu par chaque cocotier à partir de l'apport d'engrais minéral, combiné à la restitution par les bourres, est alors de 1 228 g pour l'objet A, 728 g pour B, 441 g pour C et 176 g pour D. Ces doses réelles représentent une augmentation de 23 % de la fumure sur l'objet A par rapport au barème et une réduction de 27 % sur B, 56 % sur C et 82 % sur D par rapport à ce barème.

Approche économique du rationnement

Le niveau de production, encore élevé sur l'objet D six ans après la suspension des apports de fumure, suggère qu'en conditions

économiques difficiles le planteur peut se passer de tout apport de fumure minérale durant au moins quatre ans. Et cela, d'autant que la cocoteraie a été bien gérée, dès le départ, avec une bonne fumure, une bonne couverture de *pueraria* et une restitution systématique de la bourre et autres débris végétaux au champ. Par rapport au barème initial, le planteur ferait ainsi une économie de 63 000 F CFA par hectare et par an sur le poste de chlorure de potassium et de kiesérite et, ceci, sur les quatre ans que durera la suspension de la fumure.

Le bilan de la fumure réellement apportée par les engrais minéraux et la restitution par les bourres, fait apparaître une surévaluation des quantités optimales prévues au barème établi sans restitution de bourres. Celui-ci doit être réajusté en prenant en compte cette restitution. Pour satisfaire les besoins de fumure des cocotiers de 2 000 g de chlorure de potassium et 1 000 g de kiesérite/an, les apports d'engrais minéraux doivent être au plus de 1 000 g de KCl/arbre/an et 500 g de kiesérite/arbre/an. Pour une gestion ordinaire de la cocoteraie, avec un apport permanent de fumure minérale, ce réajustement permettrait au planteur de réaliser une économie de 31 500 F CFA/hà/an.

Conclusion

L'expérimentation montre qu'en dépit d'une très forte réduction des doses de fumures potassique et magnésienne et même d'un arrêt total d'apport de fumure

pendant six ans, les cocotiers adultes ont maintenu de bons niveaux de nutrition minérale et de production. Il convient de souligner que les résultats obtenus dans cette expérience sont probablement liés à une amélioration de la fertilité chimique des sols préalables à l'application des traitements de rationnements. Cette amélioration est certainement imputable, en majeure partie, à l'apport simultané des bourres des noix et à l'application du barème complet.

Le succès, sur la durée observée, de la conduite de la fertilisation avec rationnement, ne serait que la conséquence de cette amélioration ; la durabilité du système ne serait donc logiquement pas assurée.

Si les résultats de cette expérimentation suggèrent une révision du barème de fumure minérale qui tienne compte de la restitution d'éléments minéraux par les bourres, il convient d'entreprendre des observations complémentaires, aussi bien

sur le sol que sur la plante, afin de confirmer les hypothèses et tenter de prévoir la durée des effets observés.

Sur sables tertiaires, en conditions économiques difficiles, le planteur de cocotier ivoirien peut donc recourir à un rationnement de la fumure, soit par une très forte réduction des doses prévues au barème, soit par une suspension pure et simple de tout apport d'engrais potassique et magnésien pendant au moins quatre ans. La cocoteraie devra avoir une couverture de légumineuse bien installée et avoir bénéficié d'un apport régulier de fumures conformément au barème. Tous les débris végétaux, et principalement les bourres, doivent être impérativement laissés au champ pour continuer d'assurer, au cours de leur décomposition, un apport de potassium et de magnésium d'origine organique, alors que les besoins en azote sont assurés en majeure partie par la couverture de légumineuse. ■

Bibliographie/References

- BRUNIN C., 1968. Phosphore et cocoteraie adulte. *Oléagineux* 23 (5) : 303-307.
- FRÉMOND Y., 1966. La légumineuse de couverture en plantation de cocotiers. *Oléagineux* 21 (7) : 437 - 440.
- MANCIOT R., OLLAGNIER M., OCHS R., 1980. Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. 3^e partie. *Oléagineux* 35 (1) : 13-27.
- OCHS R., OLIVIN J., DANIEL C., POMIER M., OUVRIER M., BONNEAU X., ZAKRA N., 1993. Coconut nutrition: IRHO experience in different countries. *In* : Advances in coconut research and development, M. K. Nair, H. H. Khan, P. Gopalasundaram, E.V.V. Bhaskara Rao éd. New Delhi, Inde, Oxford and IBH Publishing, p. 313-327.

Potassium and magnesium fertilizer rationing on coconut palms

Zakra N.¹, Ouvrier M.², Sangare A.¹

1 IDEFOR/DPO, station Marc Delorme 07 BP 13, Abidjan 07, Côte d'Ivoire

2 IDEFOR/DPO, plantation Robert Michaux PB 8, Dabou, Côte d'Ivoire

Fertilization has always been considered as one of the main factors that enable adult coconut palms to fully realize their production potential. In Côte d'Ivoire, young coconut palms need nitrogen, phosphate, potassium and magnesium fertilizers for optimum development (Manciot *et al.*, 1980). Phosphate fertilization is subsequently halted with no apparent effect on phosphate nutrition and yields (Brunin, 1968). The same goes for nitrogen fertilizer, provided a legume cover crop is established right from planting (Frémond, 1966). The legume cover crop maintains and continually improves nitrogen reserves in the soil and generally ensures an excellent level of coconut nitrogen nutrition by fixing atmospheric nitrogen and returning organic matter to the soil from plant matter (leaves, husks) (Ochs *et al.*, 1993).

Between 1984 and 1994-1995, fertilizer prices virtually doubled: from CFA F 64 to 128⁽¹⁾ per kg of potassium chloride (KCl) and from CFA F 95 to 185 for kieserite (hydrated magnesium sulphate), meaning that to fertilize one hectare in

accordance with the fertilizer schedule (table 1), a farmer would have to spend CFA F 35,280 per year for these two fertilizers alone.

At the same time as the increase in input prices, the price of copra slumped from CFA F 160,000 per tonne in 1984 to 78,000 in 1994-1995, i.e. a 51.3% drop. Regular and complete mineral fertilizer applications would therefore no longer seem to be cost-effective, whereas optimum yields cannot be obtained without fertilizer applications.

The future of plantations could be jeopardized by the possible drop in yields and in soil fertility in the short and medium terms. Fertilizer rationing, which has been studied at the Marc Delorme station since 1984, has therefore become a topical issue.

Material and method

The study was launched in 1984 on PB 121 hybrid coconut palms planted in Palminindustrie's "Mafiblé" block in 1970, along the northeastern edge of the «500 hectare» block at the Marc Delorme station. The palms were planted 9 m apart in equilateral triangles, i.e. at a density of 143 palms/ha. From planting to 1983, the coconut palms were fertilized in accordance with

the schedule developed by IRHO⁽²⁾ on the coconut plantations of southeastern Côte d'Ivoire (table 1). The schedule was drawn up in connexion with a multi-site trial in Côte d'Ivoire, under conditions in which the husks were not returned to the soil around the producing palms. Under such conditions, the schedule took into account mineral nutrition and yield trends, and changes in input and product costs.

Pueraria has established itself well as the cover plant and ensures satisfactory coconut nitrogen nutrition. The ochre coloured soil is derived from tertiary sands. From 1981 onwards, the nut husks were left at the trial site in the vicinity of the bearing palms. This new arrangement was a substantial change in cultural techniques and has now been applied to all the plantations.

The mean annual rainfall and sunshine recorded at the site between 1984 and 1993 were 1,600 mm and 2,190 hours. The water table is at a depth of around 5 m during the dry season.

The experimental design is a Fisher block with 4 treatments replicated 7 times. There are therefore 28 plots, each containing 5 rows of 10 palms (3 x 8 = 24 useful palms), i.e. a total of 1,400 coconut palms.

(1) CFA F 1 = FF 0.01

(2) Former Cirad Oil Crops Research Institute

The treatments correspond to four fertilizer levels A, B, C and D where:

- «A» represents the schedule rates applied to adult coconut palms (table 1);
- treatments B, C and D correspond to rationing levels compared to rate A. From 1984 to 1986 they were 80, 60 and 40%. From 1987 onwards, the rates were reduced (B = 50% of A and C = 25% of A) and in D magnesium and potassium fertilizer applications were halted completely (table 2). Observations concentrated on:
 - coconut mineral nutrition by annual leaf analysis on a rank 14 leaf. The uniformity of the trial was checked before it was set up by a leaf analysis in 1984;
 - the annual yield from the palms (6 harvests recorded per year at a rate of one harvest every two months), along with its components: number of nuts/palm, copra/nut. At each harvest, one nut was sampled per useful palm. The nuts were grouped together per elementary plot for copra/nut analysis; 28 samples were analysed per year in this way;
 - husk mineral nutrient contents from 1984 to 1989; the husk was taken from the same samples as above. Observations were stopped in 1990 and resumed in 1991, with a smaller number of samples, for economic reasons. From that time, an annual mean sample was taken per treatment rather than per elementary plot. In each plot, three nut samples were taken from three previously identified useful palms during each harvesting round. At the end of the season, the six samples obtained were grouped together per treatment to form the mean sample.

Results and discussion

Mineral nutrition trends

Despite the wide variations in the fertilizer rates applied since 1984, no significant difference was seen for contents between treatments A, B and C up to and including 1987 for all mineral nutrients except potassium (table 3). Indeed, there was a drop in potassium contents in treatment D, which was not significant up to 1986 but became significant from 1987 onwards, without being drastic, since the critical level for potassium is around 1.2%. The nitrogen and phosphorus levels remained stable in all the treatments and higher than the critical levels of 2.2% and 0.12% of dry matter in adult PB 121 coconut palms. These results confirmed that:

- soils formed from tertiary sands in Côte d'Ivoire are rich enough in phosphorus to provide satisfactory phosphorus nutrition for adult PB 121 coconut palms, without requiring phosphate fertilizers;

- the *Pueraria* cover crop unquestionably plays an important role in fixing nitrogen for the coconut palms, ensuring an excellent level of nitrogen nutrition without urea applications.

The total halt in potassium fertilization (1987) in treatment D led to a significant drop in leaf potassium contents compared to treatments A, B and C, but it was not until the 1990 leaf analysis, i.e. three years after fertilization was suspended in this treatment, that the leaf potassium contents of the coconut palms fell below the 1.2% critical level. They have stabilized since at slightly above 1.10%.

Applying 50 and 25% (treatments B and C) of the normal potassium chloride rate kept the potassium content above the 1.2% critical level, though a significant drop in contents was seen compared to the control, A, two years after these rations were applied, with stabilization of contents above 1.2%.

Rationing had relatively little effect on magnesium nutrition. Magnesium contents decreased slightly right from the first year, but the difference did not become significant until five years after kieserite applications were suspended. The contents were still above 0.22%, whereas the critical level adopted for this nutrient is 0.20%.

Yields

Despite severe and prolonged fertilizer rationing, the number of nuts/palm was not significantly affected until 1991-1992 (table 4), and remained high in all the treatments, though yields were 8 to 10% lower in treatment D, 6 years after fertilization was suspended, than in treatments A and B. There was even a general improvement in yields in 1992-1993. Copra/nut and copra/palm analyses did not reveal any significant differences between the treatments.

Potassium and magnesium restoration through husks

The quantity of husk extracted per nut was not affected by the fertilizer rate applied in the plot (table 5), amounting to 265 g on average (standard deviation = 7.8).

Potassium

Husk potassium contents were slightly higher in treatments A (1.92% of dry matter) and B (1.95%) than in C (1.73%) and D (1.55%). Considerably reducing or suspending potassium fertilizer applications therefore had only a slight negative effect on husk potassium contents. After six years without potassium fertilization, the drop was only 19%, which seems negligible.

The amount of potassium returned to the soil therefore varies slightly depending on the potassium chloride rates applied. It ranges from 541 to 700 g/palm, which is equivalent to an

extra potassium chloride application of 1,086 to 1,403 g/palm depending on the rationing rate.

The potassium chloride equivalent actually received by each coconut palm through combined mineral fertilizer and husk restoration, therefore amounted to 3,403 g in treatment A, 2,347 g in B, 1,723 g in C and 1,086 g in D without mineral fertilizer. For the period in question (1989-1993), it was as if treatments A and B had received 70% and 17% more potassium chloride respectively than specified by the schedule. In treatments C and D respectively, there was in fact a 14 to 46% reduction in the potassium chloride rate compared to the schedule, which recommends 2,000 g/palm/year.

Magnesium

Husk magnesium contents were also lower in treatments C and D (0.075 and 0.068% of dry matter) than in A and B (0.086 and 0.091%). This corresponded to restoration via the husks amounting to 228 g of kieserite/palm in treatments A and B and 191 to 176 g/palm for treatments C and D. The kieserite equivalent actually received by each coconut palm, from combined mineral fertilizer applications and restoration via the husks, was 1,228 g in treatment A, 728 g in B, 441 g in C and 176 g in D. These true rates represent a 23% increase in fertilization for treatment A and a drop of 27% in B, 56% in C and 82% in D compared to the schedule.

Economic approach to rationing

Yield levels, which were still high in treatment D six years after fertilizer applications were suspended, suggest that farmers can abandon fertilizers during economically difficult periods for at least four years, and even more so if the plantation is well managed from the outset, with satisfactory fertilization, a good *Pueraria* cover crop and systematic return of husks and other plant debris to the soil. Compared to the initial fertilizer schedule, farmers would thus be able to make savings of CFA F 63,000 per hectare per year on potassium chloride and kieserite throughout the four years for which fertilization is suspended.

With the fertilization actually provided by mineral fertilizers and restoration via the husks, the optimum values in the schedule drawn up without husk restoration were overestimated and needed to be adjusted taking into account the new situation. To meet coconut palm requirements of 2,000 g of potassium chloride and 1,000 g of kieserite/year, mineral fertilizer applications need to be at most 1,000 g of KCl/palm/year and 500 g of kieserite/palm/year. For normal coconut plantation management, with regular mineral fertilization, this

realignment would enable farmers to save CFA F 31,500/ha/year.

Conclusion

The experiment has shown that despite a very drastic reduction in potassium and magnesium fertilizer application rates, and even a total suspension of fertilizer applications for six years, adult coconut palms have maintained good mineral nutrition and yield levels. It should be emphasized that the results obtained in this experiment were probably linked to an improvement in the chemical fertility of the soil prior to application of the rationing treatments. The improvement was undoubtedly attributable

for the most part to simultaneous restoration of husks to the soil and application of the total schedule.

The success, over the observation period, of rationed fertilization would seem to be merely the consequence of the original improvement; the sustainability of the system would therefore logically not seem to be guaranteed.

Whilst the results of this experiment suggest that the mineral fertilizer schedule should be revised to take into account that mineral elements are being restored to the soil via husks, further observations are required, of both the soil and the plant, to confirm the hypotheses and try and ascertain the duration of the observed effects.

On tertiary sands, if times are economically difficult, Ivorian coconut growers can ration fertilizers, either by strongly cutting back on the rates indicated in the schedule, or by purely and simply suspending potassium and magnesium fertilizer applications for at least four years. The plantation needs to have a well established cover crop and have previously been fertilized regularly in compliance with the schedule. It is essential that all plant debris, primarily husks, be left in the field to continue providing organic potassium and magnesium during their decomposition, whereas most nitrogen requirements are met by the legume cover crop. ■