

Utilisation des rafles pour la fertilisation de plantation de palmiers à huile.

INTRODUCTION

Les plantations de palmiers à huile sont exploitées pour produire de l'huile de palme et des palmistes, mais il existe aussi des sous-produits, qui peuvent être la source de pollution. Le tableau I donne des estimations de l'importance de ces déchets (rafles, fibres, coques et effluents liquides) d'après les chiffres présentés par K.W. Chan. Certains déchets sont directement réutilisables, tels les fibres et les coques dans les chaudières des usines, les autres doivent être traités, dans un souci de protection de l'environnement, ce qui alourdit le coût de production de l'huile de palme.

Les rafles ont une valeur fertilisante suffisante pour que leur retour au champ puisse être considéré, dans des conditions d'exploitation moyenne, comme économiquement rentable, compte tenu de la réduction des apports d'engrais minéraux auxquels elles se substituent.

Ce conseil traite de l'épandage des rafles fraîches en plantation. Les résultats sont tirés des essais menés, en vraie grandeur, à la SOCAPALM au Cameroun. La disponibilité en rafles, leur composition en éléments minéraux et leur équivalence en engrais sont présentées ainsi que l'organisation pratique des méthodes possibles de transport et d'épandage. Une étude économique est conduite dans les conditions spécifiques de cette société ; les résultats sont extrapolables à d'autres situations.

TABLEAU I. — Importance des déchets pour une production moyenne de 15 TR/ha

	Matière sèche (Tonnes)	Matière fraîche (Tonnes)	Matière fraîche en % T Régimes
Rafles	1,1	3,3	22
Fibres	1,2	2,0	13
Coques	0,7	0,8	5
Effluents liquides	0,5	10,2	

□ COMPOSITION DES RAFLES - EQUIVALENCE EN ENGRAIS

✓ Résultats d'analyses

Le tableau II donne la composition moyenne des rafles en éléments minéraux, ainsi que leur équivalence en engrais couramment utilisés sur plantations de palmier à huile.

Ces résultats montrent que dans un épandage de raffle l'élément fertilisant dominant est le potassium et qu'il faut environ 85 kg de rafles fraîche pour remplacer un kg de KCl.

TABLEAU II — Composition des rafles - Equivalence en engrais

Élément	Composition % rafles	Equivalent en engrais	
		Engrais	Equivalent (kg) pour 1 tonne de rafles
N	0,158	Urée	3,4
P ₂ O ₅	0,080	Phosphatetri calcique	2,3
K ₂ O	0,700	KCl	11,7
MgO	0,080	Kiesérite	2,7
CaO	0,100		

✓ Résultats agronomiques

Ils sont tirés d'un essai en bloc de Fisher mis en place à la SOCAPALM et comparant différentes formes d'apport de K (KCl - Rafles - Cendres de rafles) à différentes doses.

L'examen des résultats de production et des teneurs en K des analyses foliaires, entre 9 et 15 ans, a fait ressortir une équivalence moyenne, en terme d'effets sur la production et la nutrition minérale, de 80 à 85 kg de rafles par kg de KCl.

Ces résultats montrent qu'il est possible de substituer les rafles aux engrais minéraux, en respectant la parité entre chacun d'eux selon les résultats d'analyse de rafles. Dans la pratique, il a été retenu que l'épandage de 80 kg de rafles correspondait à l'épandage d'un kg de chlorure de potasse.

□ ETUDE DE L'ORGANISATION PRATIQUE DE L'ÉPANDAGE

Les essais ont été menés dans le but de substituer aux apports de KCl, ceux de rafles, placés entre les ronds des arbres, sur la ligne de plantation. L'opération consiste à apporter à chaque arbre le nombre de rafle déterminé à partir de la dose de KCl préconisée, l'équivalence en kilogramme de rafles et de leur poids moyen. Des options différentes peuvent être choisies pour le chargement à la sortie de l'usine et pour la distribution à l'intérieur des parcelles.

✓ Détermination du poids moyen des rafles

Elle est régulièrement faite par comptage des rafles collectées par la bande transporteuse de rafles et par double pesée des véhicules de transport au pont bascule.

✓ Transport des rafles jusqu'aux parcelles

Deux organisations peuvent être conçues :

- transport par des véhicules spécialement affectés à ce travail ;
- transport des rafles par les véhicules affectés conjointement à la collecte des régimes en plantation.

La première organisation présente l'avantage d'une grande facilité de mise en oeuvre et ne demande pas la réalisation d'un dispositif de chargement rapide des véhicules. La deuxième organisation présente l'intérêt de bénéficier des retours des véhicules de récolte. Le coût peut alors être considéré comme pratiquement nul, puisque de toute façon, les véhicules retournent aux champs pour procéder à un nouveau chargement des régimes. Elle demande la mise en place d'un dispositif de chargement rapide des véhicules, de façon à ne pas retarder outre mesure les transports des régimes, en particulier lors des périodes de forte production.

En l'état actuel des équipements des usines, la première méthode a été retenue. Il sera cependant fait une modélisation économique de la deuxième méthode, de façon à en mettre en évidence l'intérêt.

✓ Distribution à l'intérieur des parcelles

Trois types d'organisation sont possibles :

- distribution entre les palmiers par brouettes,
- distribution par dumpers et

- distribution par tracteurs

L'étude technique est réalisée cas par cas, en considérant que l'on veut apporter des rafles jusqu'à concurrence de 80 kg par arbre (soit 1 kg de KCl) sur une palmeraie plantée à 143 arbres par hectare, soit 11,4 tonnes de rafles par hectare. Les caractéristiques de chaque méthode sont détaillées dans le tableau III.

✓ Distribution par brouettes

La distribution en bout de ligne est faite au plus tard la veille du jour de l'épandage. Un chef d'équipe encadre de 10 à 15 manoeuvres munis chacun d'une brouette.

La distribution se fait par demi ligne et progresse de 7,2 hectare par jour et par équipe de 16 personnes soit 2,2 HJ/ha et 0,19 HJ par tonne de rafle épandue ; le rendement d'un ouvrier (hors encadrement) est de 5,5 T par jour.

✓ Distribution par dumper

La distribution en bout de ligne est faite au plus tard la veille du jour de l'épandage. L'organisation qui semble la plus performante consiste à utiliser deux dumpers et deux équipes de deux manoeuvres. Une équipe charge un dumper en bordure de parcelle, pendant que l'autre, à bord du second engin, distribue les rafles sur les lignes de plantation. Les deux équipes se relaient périodiquement.

Chaque jour avec 6 personnes au total il est possible d'épandre les rafles sur 3,6 hectares, soit 1,7 HJ/ha et 0,15 HJ par tonne de rafle. Les besoins en dumper sont de 0,56 journée par hectare et 0,05 journée par tonne de rafle, pour un temps de fonctionnement de 8 heures par jour (soit 0,4 heure par tonne de rafle épandue).

✓ Distribution par tracteur

Il n'y a pas déchargement de la remorque en bordure de parcelle. A chaque tracteur est associé une équipe de 3 travailleurs constituée d'un chauffeur et de deux manoeuvres. La progression est de 3 hectares par jour soit 1 HJ/ha et 0,09 HJ/ par tonne de rafle épandue.

Le tracteur circule dans les interlignes et les rafles sont déposées sur les lignes de plantation. Les besoins en tracteur sont de 0,33 journée par hectare et 0,03 journée par tonne de rafle. Du fait des arrêts, le tracteur ne fonctionne en fait que 5 heures par journée soit 0,15 heure par tonne de rafle épandue.

TABLEAU III. — Comparaison des méthodes d'épandage dans les parcelles

Organisation étudiée	Matériel	Brouettes	Dumper	Tracteur
		15 brouettes	2 dumper	1 tracteur
	Ouvriers	15	2 × 2	2
	Chauffeurs	-	2	1
	Encadrements	1	-	-
Normes de rendement	ha/J	7,2	3,6	3
	TR/HJ	5,2	6,9	11,4
Immobilisation de personnel	HJ/ha	2,2	1,7	1
	HJ/TR	0,19	0,15	0,09
	Immobilisation d'engins (Brouette - Dumper - Tracteur)			
	JE/ha	2,20	0,56	0,33
	JE/TR	0,18	0,05	0,03

ha : hectare J : jour TR : tonne de rafles HJ : journée travailleur (encadrement chauffeur inclus) JE : journée d'engin

❑ ASPECTS ECONOMIQUES

Une étude économique a été entreprise à partir des coûts spécifiques de la SOCAPALM.

✓ Importance des économies d'engrais

Avec une production moyenne de 250 000 tonnes de régime par an, la SOCAPALM dispose de 55.000 tonnes de rafles fraîches en sortie d'usine.

A partir des données du tableau II, on déduit les tonnages et la valeur des engrais qu'il est possible d'économiser (Tabl. IV).

Ces résultats montrent que la valeur marchande théoriquement récupérable est importante. Cependant, il n'est en général pas apporté de phosphate tricalcique ni d'urée sur les plantations de la SOCAPALM. Dans ces conditions, la valeur réellement récupérable correspond essentiellement

TABLEAU IV. — Equivalents en tonnes d'engrais

Elément	Tonnes d'élément	Equivalent engrais (tonnes)	Valeur en FF
N	87	188 Urée	414 300
P ₂ O ₅	44	126 Phosphate tricalcique	226 300
K ₂ O	385	642 KCl	924 000
MgO	44	147 Kiesérite	205 300
CaO	55		0

TABLEAU V. — Coûts unitaires et rendements

COUTS UNITAIRES	
Heure tracteur	96 FF/HT
Heure dumper	24 FF/HD
Journée MO + encadrement	40 FF/HJ
Tonne KCl	1 440 FF/tonne
Achat brouette	280 FF/unité
Achat tracteur	130 000 FF/unité
Achat dumper	60 000 FF/unité
Frais financiers (en % achat matériel)	18,00 %
Equivalence kg rafles par kg KCL	80
RENDEMENT	
Epannage engrais minéraux	
transport	160 FF/tonne
distribution	20 FF/tonne
épannage	3,5 HJ/tonne
évacuation des rafles par kg KCL	0,04 HT/tonne
Epannage manuel	
transport rafles :	0,16 HT/tonne
épannage : brouettes (500 tonnes par brouette)	0,002 B/tonne
main d'œuvre	0,2 HJ/tonne
Epannage dumper	
transport rafles :	0,15 HT/tonne
épannage : dumper (2,56 tonnes par heure)	0,4 HD/tonne
main d'œuvre	0,15 HJ/tonne
Epannage tracteur	
transport rafles :	0,15 HT/tonne
épannage : tracteur (7 tonnes par heure)	0,15 HT/tonne
main d'œuvre	0,06 HJ/tonne
Epannage manuel et trémie	
transport rafles :	0,03 HT/tonne
épannage : brouette (500 tonnes par brouette)	0,002 B/tonne
main d'œuvre	0,2 HJ/tonne

HJ homme jour HT : heure de tracteur HD : heure de dumper B brouette

aux 642 tonnes de chlorure de potasse. En théorie, l'équivalent kiesérite est lui aussi récupérable. Cependant, il est peu probable que l'équilibre KCl/Kiesérite naturel des rafles corresponde à l'équilibre recherché. La valeur équivalente en kiesérite n'est donc pas prise en compte pour les calculs économiques. Dans la réalité, il en sera tenu compte, en réduisant les doses de kiesérite apportées quand les rafles sont épannées.

✓ Comparaison économique

L'étude présentée en tableau V et VI a été conduite sur la base d'un volume de rafles à épanner annuellement de 50.000 tonnes ou leurs équivalent de 625 tonnes de KCl avec un taux de substitution de 80 kg de rafles par kg de KCl.

L'observation de ces tableaux montre qu'il est rentable de remplacer l'équivalent engrais par les rafles. Le mode d'épannage manuel est le plus rentable et l'économie réalisée est voisine de 300 000 FF par an. Une économie supplémentaire très importante pourrait être réalisée en profitant des transports résiduels : les tracteurs chargés de transporter les régimes à l'usine devraient repartir avec les rafles. Ceci demande un chargement rapide des tracteurs et donc l'installation de trémies appropriées pour ce travail. Ces trémies devraient avoir une capacité voisine du volume d'une remorque de tracteur. L'économie réalisée est alors voisine de 900 000 FF par an, dès que le coût de l'installation est remboursé. Ce dernier ne figure pas dans l'étude, le matériel n'ayant pas été testé. Les estimations font cependant apparaître que son coût est largement compensé en première année par le bénéfice (576 000 FF) dégagé par rapport à l'épannage manuel sans trémie.

TABLEAU VI. — Comparaison des coûts d'épandage (FF) pour 50 000 tonnes de rafles ou leur équivalent soit 625 tonnes de KCL

		Engrais minéraux		Epannage de rafles									
		Quantités		Dépenses		Epannage manuel		Epannage dumper		Epannage tracteur		Epannage manuel et trémic	
						Quantités	Dépenses	Quantités	Dépenses	Quantités	Dépenses	Quantités	Dépenses
Frais de fonctionnement													
Achats engrais	(1)	625	900 000										
Transport engrais	(1)	625	100 000										
Distribution engrais	(1)	625	12 500										
Epannage engrais	(4)	2.188	87 500										
Evacuation rafles	(2)	2 000	192 000										
Transport rafles	(2)			7.500	720 000	7.500	720 000	7.500	720 000	1.500	144 000		
Epannage brouettes	(3)			100	28 000					100	28 000		
Epannage dumper	(2)					20.000	480 000						
Epannage tracteur	(2)							7.500	720 000				
Frais main d'œuvre	(4)			10.000	400 000	7.500	300 000	3 000	120 000	10 000	400 000		
Sous total fonctionnement	(a)		1 292 000		1 148 000		1 500 000		1 560 000		572 000		
Calculs des frais financiers													
Brouette				100	28 000					100	28 000		
Dumper						8	480 000						
Tracteur								4	520 000				
Engrais		625	900 000										
Sous total achats	(b)		900 000		28 000		480 000		520 000		28 000		
(c) Frais financiers = 18 % de (b)			162 000		5 040		86 400		93 600		5 040		
Coûts totaux (a) + (c)			1 454 000		1 153 040		1 586 460		1 653 600		577 040		
Economie ou coût supplémentaire			—		—300 960		+132 460		+199 600		—876 960		

Unités : (1) = Tonnes
(2) = Heures engins
(3) = Pièce
(4) = Journées manœuvres

DISCUSSION

Le souci d'augmenter la rentabilité financière de l'exploitation primera certainement dans le choix de l'épandage et de ses modalités par l'utilisateur. D'autres contraintes (disponibilité en main d'oeuvre et en matériel) peuvent amener le chef d'exploitation à panacher les méthodes manuelles ou mécaniques, à temps partiel ou à temps complet.

D'un point de vue cultural, d'autres considérations peuvent intervenir dans les décisions pour :

- épandre ou ne pas épandre de rafles : l'apport de rafles est un retour de matière organique au champ qui ne peut que favoriser la structure du sol et contribuer au maintien ou à l'amélioration de la fertilité du milieu ;
- mécaniser la distribution à l'intérieur des parcelles ou non : les épandages de rafles doivent avoir lieu tout au long de l'année, y compris pendant la saison des pluies. Il est par conséquent peu prudent de réaliser ce travail en ayant recours à des moyens mécaniques, tels que les tracteurs ou les dumpers. En effet, les passages répétés des engins dans les interlignes de plantation auraient pour effet de compacter le sol et de créer des ornières sur les passages des roues. A long terme, il y aurait un risque de baisse de la fertilité du sol.

Du point de vue de l'organisation des chantiers, il semble que la méthode entièrement manuelle, bien que fastidieuse, soit la plus satisfaisante, car la plus souple. Le problème principal réside dans la détermination des quantités de rafles à déposer en tête de chaque interligne, pour éviter de devoir reprendre les rafles et d'avoir à les déplacer sur une longue distance (coût supplémentaire). Cette détermination peut être faite à partir des plans parcellaires.

En ce qui concerne les transports des rafles dans les interlignes avec des brouettes, ce travail n'est pas fondamentale-

ment différent du transport des régimes à la récolte. Il peut être envisagé d'utiliser des charrettes tirées par des boeufs, à la place de brouette.

CONCLUSIONS

Il a été démontré que les épandages de rafles pouvaient être économiquement justifiés s'ils se substituaient à une partie du chlorure de potasse épandu chaque année. Il a donc été décidé en début d'exercice 1990/1991, de généraliser cette pratique sur toutes les unités de la SOCAPALM. Après une année, un jugement peut être porté sur la réalisation de ces épandages. L'expérience a montré que la principale difficulté provenait du calcul des tonnages ou nombres de remorques de rafles à déposer en tête de ligne. Il y a donc eu une légère dégradation des performances par rapport aux mesures, mais qui ne remet pas en cause le bien fondé de la méthode.

Pour des raisons pratiques et afin de minimiser le coût des transports, les épandages sont demeurés limités aux parcelles les plus proches des usines, et les plus facilement accessibles.

L'organisation de l'épandage qui apparaît être la plus performante met en oeuvre un couplage du transport des rafles avec celui des régimes pour l'usine, la distribution à l'intérieur des parcelles étant réalisée manuellement. L'équipement en trémies permet un chargement rapide des remorques et autorise de par sa grande souplesse une distribution des rafles sur tout ou partie de la plantation selon les nécessités, sans surcoût prohibitif.

Remerciements — Nous remercions Monsieur le Directeur Général de la SOCAPALM, qui a permis la réalisation des expériences décrites dans le présent article et en a autorisé la publication

BIBLIOGRAPHIE

[1] PETITPIERRE G. — Valorisation des déchets d'huilerie Etude FED N°4/ET/MPRA/MON

[2] CHAN K.W., WATSON J. and LIM K.C. — Use of palm waste material for increased production Conference on "Soil Science and Agricultural Development in Malaysia" Kuala Lumpur, 1980

[3] TAN YAP PAU — Commercial scale bunch mulching of oil palms in United Plantations berhad Document interne

Use of empty bunches for fertilization in oil palm plantations

INTRODUCTION

Oil palm plantations are exploited for palm oil and kernel production, but there are also by-products that can be a source of pollution. Table I gives estimates of the volume of such waste (empty bunches, fibres, shells and liquid effluents) according to figures indicated by K.W. Chan. Some types of waste are directly reusable, such as fibres and shells in mill boilers, but others need to be processed, in order to protect the environment, which increases palm oil production costs.

The fertilizer value of empty bunches is high enough for their return to the soil to be considered economically cost-effective, under average exploitation conditions, given the mineral fertilizer applications they replace.

This Advice Note deals with spreading fresh empty bunches in plantations. The results came from true-scale trials conducted at SOCAPALM in Cameroon. Empty bunch availability, their mineral nutrient composition and their equivalence in fertilizers are given, along with the practical organization of possible transport and spreading methods. An economic study was carried out under the conditions specific to SOCAPALM; the results can be extrapolated to other situations.

TABLE I. — Volume of waste for average production of 15 t FFB/ha

	Dry matter (Tonnes)	Fresh matter (Tonnes)	Fresh matter as % of t FFB
Empty bunches	1.1	3.3	22
Fibres	1.2	2.0	13
Shells	0.7	0.8	5
Liquid effluents	0.5	10.2	

□ EMPTY BUNCH COMPOSITION - EQUIVALENCE IN FERTILIZERS

✓ Analysis results

Table II indicates the average composition of empty bunches in terms of mineral nutrients, along with their equivalence in fertilizers frequently used on oil palm plantations.

These results show that the dominant nutrient when empty bunches are spread is potassium and that it takes around 85 kg of fresh empty bunches to replace a kg of KCl.

□ Agronomical results

These came from a Fisher block trial set up at SOCAPALM to compare different types of K application (KCl - empty bunches - empty bunch ash) at different rates.

Examination of the production results and the K contents revealed by leaf analyses between 9 and 15 years shows an average equivalence, as regards effects on production and mineral nutrition, of 80 to 85 kg of empty bunches per kg of KCl.

These results show that it is possible to replace mineral fertilizers with empty bunches, respecting the parity between each of them, in accordance with empty bunch analysis results. In practice, it was taken that spreading 80 kg of empty bunches corresponded to an application of 1 kg of potassium chloride.

TABLE II — Empty bunch composition - Equivalence in fertilizers

Nutrient	Composition % empty bunches	Equivalence in fertilizers	
		Fertilizer	Equivalent (kg) for 1 tonne of empty bunches
N	0.158	Urea	3.4
P ₂ O ₅	0.080	Natural P	2.3
K ₂ O	0.700	KCl	11.7
MgO	0.080	Kieserite	2.7
CaO	0.100		

□ PRACTICAL ORGANIZATION OF EMPTY BUNCH SPREADING

The trials were conducted with a view to replacing KCl applications by spreading empty bunches between the circles along the planting row. The operation consists in spreading, for each tree, the number of empty bunches determined from the recommended KCl rate, the equivalence in kg of empty bunches and their mean weight. Different options may be chosen for removal from the mill and distribution within plots.

✓ Determining the mean weight of empty bunches

This is done regularly by counting the empty bunches collected by the empty bunch conveyor belt and by double weighing of vehicles at the weigh-bridge.

□ Transporting empty bunches to plots

This can be organized in two ways:

- transport by vehicles specially assigned to this work,
- transport by vehicles also assigned to FFB collection from the plantation

The first way offers the advantage of considerable work flexibility and does not require a rapid vehicle loading system. The second way takes advantage of the return trip by the

TABLE III. — Comparison of spreading methods in plots

Organization studied	Equipment	Wheelbarrows	Dumpers	Tractors
		15 wheelbarrows	2 dumpers	1 tractor
	Labourers	15	2 × 2	2
	Drivers	—	2	1
	Supervision	1	—	—
Output norms	Halfday	7.2	3.6	3
	t EB/MD	5.2	6.9	11.4
	Staff immobilization			
	MD/ha	2.2	1.7	1
	MD/t EB	0.19	0.15	0.09
	Vehicle immobilization			
	(Wheelbarrows - Dumpers - Tractors)	2.20	0.56	0.33
	VD/ha	0.18	0.05	0.03
	VD/t EB			

ha hectare D day t EB tonnes of empty bunches MD man-day (including supervision, driver) VD vehicle day

harvest collection vehicles, hence costs can be virtually nil, since the vehicles would be returning to the plantation in any case, to load up again with FFB. This way requires the installation of a rapid vehicle loading system, so as not to delay FFB collection any more than is necessary, especially during peak production periods.

Given current mill equipment, the first way was adopted. However, economic modelling will be carried out for the second way, to determine its merits.

✓ Distribution within plots

Three types of distribution are possible:

- between the oil palms, using wheelbarrows.
- dumper distribution,
- tractor distribution.

A technical study is carried out case by case, bearing in mind that the aim is to apply up to 80 kg per tree (i.e. 1 kg of KCl) in an oil palm plantation planted at 143 trees per hectare, i.e. 11.4 tonnes of empty bunches per hectare. The characteristics of each method are given in table III.

✓ Wheelbarrow distribution

Distribution to the ends of rows should be carried out the day before spreading at the latest. A team leader supervises 10 to 15 labourers, each with a wheelbarrow.

Distribution is carried out by half rows, at a rate of 7.2 ha per day per team of 16, i.e. 2.2 MD/ha and 0.19 MD per tonne of empty bunches spread; output per labourer (excluding supervision) is 5.5 t per day.

✓ Dumper distribution

Distribution to the ends of rows should be carried out the day before spreading at the latest. The most effective organization appears to be two dumpers with two teams of labourers. One team loads the dumper on the edge of the plot, whilst the other team, on the second dumper, distribute the empty bunches along the planting rows. The two teams swap over at regular intervals.

With six people in all, it is possible to complete 3.6 hectares per day, i.e. 1.7 MD/ha and 0.15 MD per tonne of empty bunches spread. The dumpers are required 0.56 of a day per hectare and 0.05 of a day per tonne of empty bunches for an operating time of 8 hours per day (i.e. 0.4 hours per tonne of empty bunches spread).

✓ Tractor distribution

There is no trailer unloading on the edge of plots. There is a team of three workers per tractor, comprising a driver and two labourers. The output is 3 hectares per day, i.e. 1 MD/ha and 0.09 MD/tonne of empty bunches spread.

The tractor moves along the interrows and the empty bunches are spread along the planting rows. Tractor requirements are 0.33 of a day per hectare and 0.03 of a day per tonne of empty bunches. The tractor is not in continuous operation, only running in fact for 5 hours per day, i.e. 0.15 of an hour per tonne of empty bunches spread.

□ ECONOMIC ASPECTS

An economic study was carried out based on costs specific to SOCAPALM.

✓ Size of fertilizer savings

With mean yields of 250,000 tonnes of FFB per year, SOCAPALM recovers 55,000 tonnes of empty bunches from its mills.

Based on the data in table II, it is possible to deduce the tonnages and value of the fertilizer savings made possible (Table IV).

These results show that the theoretically recoverable commercial value is considerable. However, neither natural phosphate nor urea is usually applied on SOCAPALM plantations. Under these conditions, the true recoverable value corresponds primarily to the 642 tonnes of potassium chloride. In theory, the equivalent in kieserite is also recoverable, but it is unlikely that the natural KCl/kieserite balance of the empty bunches will correspond to the balance sought. The equivalent value in kieserite is therefore not taken into account for economic calculations. In practice, it will be taken into account, by reducing the rates of kieserite applied when empty bunches are spread.

TABLE IV. — Equivalents in tonnes of fertilizer

Nutrient	Tonnes of nutrient	Fertilizer equivalent (tonnes)	Value in FFrs
N	87	188 Urea	414 300
P ₂ O ₅	44	126 Natural P	226 300
K ₂ O	385	642 KCl	924 000
MgO	44	147 Kieserite	205 300
CaO	55		0

✓ Economic comparison

The study shown in tables V and VI was carried out on the basis of an annual volume of empty bunches to be spread of 50,000 tonnes, or their equivalent 625 tonnes of KCl with a substitution rate of 80 kg of empty bunches per kg of KCl.

Observation of these tables shows that it is cost-effective to replace fertilizer equivalents by empty bunches. Manual spreading is the most cost-effective, with savings of around FFrs 300,000 per year. Considerable further savings could be obtained by taking advantage of available transport: the tractors bringing FFB to the mill should return to the plantations loaded with empty bunches. This requires rapid tractor loading, hence the installation of hoppers suitable for such work. The capacity of the hoppers should be roughly the equivalent of one tractor trailer. The savings obtained then come to around FFrs 900,000 per year, once the installation has been paid for. The latter figure is not included in the study, as the equipment has not been tested. Nevertheless, estimations suggest that the cost will easily be covered in the first year from the savings made (FFrs 576,000) compared to manual spreading without hoppers.

DISCUSSION

The desire to increase the financial cost-effectiveness of the operation will undoubtedly govern the choice of spreading and how it is implemented by the user. Other constraints (manpower and equipment availability) may

lead a manager of an operation to combine manual or mechanical methods, either on a part-time or full-time basis

From an agricultural point of view, other considerations may affect decisions whether to:

- spread empty bunches or not: spreading empty bunches returns organic matter to the soil, which is bound to benefit its structure and contribute towards maintaining or improving soil fertility.
- mechanize distribution within plots or not: empty bunch spreading should be an on-going process throughout the year, including the rainy season, hence it is not very wise to use mechanical equipment such as tractors or dumpers. Repeated passes by mechanical equipment along the interrows would compact the soil and create ruts where the wheels pass, with the risk of eventually causing a drop in soil fertility.

As far as work site organization is concerned, the entirely manual method, although tiresome, seems to be the most satisfactory method, as it is the most flexible. The main problem lies in determining the quantity of empty bunches to be left at the end of each row, so as to avoid having to fetch more empty bunches and transport them over long distances (additional cost). Quantities can be determined by referring to plot maps

Transporting empty bunches by wheelbarrows in the interrows differs little from FFB transport during harvesting. Ox-drawn carts could also be considered instead of wheelbarrows

TABLE V. — Unit costs and outputs

UNIT COSTS	
Tractor hour	FFrs 96/TH
Dumper hour	FFrs 24/DH
Worker day + supervision	FFrs 40/MD
Tonne of KCl	FFrs 1.440/tonne
Wheelbarrow purchase	FFrs 280 each
Tractor purchase	FFrs 130.000 each
Dumper purchase	FFrs 60.000 each
Financial costs (as % of equipment purchases)	18.00 %
Equivalence kg of empty bunches per kg of KCl	80
OUTPUT	
Mineral fertilizer application	
Transport	FFrs 160/tonne
Distribution	FFrs 20/tonne
Application	3.5 MD/tonne
Empty bunch removal per kg of KCl	0.04 TH/tonne
Manual spreading	
Empty bunch transport:	0.16 TH/tonne
Spreading : wheelbarrows (500 t/wheelbarrow)	0.002 W/tonne
manpower	0.2 MD/tonne
Dumper spreading	
Empty bunch transport	0.15 TH/tonne
Spreading : dumper (2.56 t/hour)	0.4 DH/tonne
manpower	0.15 MD/tonne
Tractor spreading	
Empty bunch transport:	0.15 TH/tonne
Spreading tractor (7 t/hour)	0.15 TH/tonne
manpower	0.06 MD/tonne
Manual spreading and hopper	
Empty bunch transport:	0.03 TH/tonne
Spreading : wheelbarrow (500 t/wheelbarrow)	0.002 W/tonne
manpower	0.2 MD/tonne

MD man-day TH : tractor hour DH dumper hour W wheelbarrow

TABLE VI. — Comparison of spreading costs (FFrs) for 50,000 tonnes of empty bunches or their equivalent, i.e. 625 tonnes of KCL

	Mineral fertilizers		Empty bunch spreading							
	Quantities	Expenses	Manual spreading		Dumper spreading		Tractor spreading		Manual spreading and hopper	
			Quantities	Expenses	Quantities	Expenses	Quantities	Expenses	Quantities	Expenses
<i>Operating costs</i>										
Fertilizer purchases (1)	625	900 000								
Fertilizer transport (1)	625	100 000								
Fertilizer distribution (1)	625	12 500								
Fertilizer application (4)	2 188	87 500								
Empty bunch removal (2)	2 000	192 000								
Empty bunch transport (2)			7 500	720 000	7 500	720 000	7 500	720 000	1 500	144 000
Wheelbarrow spreading (3)			100	28 000					100	28 000
Dumper spreading (2)					20 000	480 000				
Tractor spreading (2)							7 500	720 000		
Manpower costs (4)			10 000	400 000	7 500	300 000	3 000	120 000	10 000	400 000
Sub-total, operations (a)		1 292 000		1 148 000		1 500 000		1 560 000		572 000
<i>Calculation of financial costs</i>										
Wheelbarrow			100	28 000					100	28 000
Dumper					8	480 000				
Tractor							4	520 000		
Fertilizers	625	900 000								
Sub-total purchases (b)		900 000		28 000		480 000		520 000		28 000
(c) Financial costs = 18 % of (b)		162 000		5 040		86 400		93 600		5 040
Total costs (a) + (c)		1 454 000		1 153 040		1 586 460		1 653 600		577 040
Savings or additional cost		—		-300 960		+132 460		+199 600		-876 960
Units	(1) = Tonnes									
	(2) = Vehicle hours									
	(3) = Item									
	(4) = Man-days									

CONCLUSION

It has been shown that spreading empty bunches can be economically justified if it replaces a proportion of the potassium chloride applied each year. It was therefore decided, at the beginning of the 1990/1991 financial year, to extend this practice to all SOCAPALM units. After a year, it is possible to judge this operation. Experience has shown that the main difficulty was calculation of the tonnages or number of trailer loads of empty bunches to be left at the end of rows. There was therefore a slight drop in performance compared to the original measurements, but this in no way casts any doubt on the validity of the method.

For practical reasons, and to minimize transport costs, empty bunch spreading was limited to the most accessible plots nearest the mills.

The most effective organization seems to be to combine empty bunch transport with FFB transport to the mill, with manual distribution within plots. Hoppers make for rapid trailer loading and their great flexibility means that empty bunches can be applied to all or part of a plantation according to needs, with no prohibitive increase in costs.

Acknowledgments. — We should like to thank the managing director of SOCAPALM, who agreed to the implementation of the experiments described in this article, and to its publication.

REFERENCES

- [1] PETITPIERRE G —Valorisation des déchets d'huile. Etude FED N°4/ET/MPRA/MON
- [2] CHAN K W, WATSON I and LIM K.C —Use of palm waste material for increased production. Conference on "Soil Science and Agricultural Development in Malaysia" Kuala Lumpur, 1980
- [3] TAN YAP PAU —Commercial scale bunch mulching of oil palms in United Plantations berhad. Document interne

Ph HORNUS, E NGUIMJEU

Utilización de tuzas para la fertilización de plantaciones de palma aceitera.

INTRODUCCION

Se explotan las plantaciones de palmas aceiteras para producir aceite de palma y palmistes, pero también existen sub-productos, que pueden ser fuente de contaminación. El cuadro I da las estimaciones de la importancia de estos desechos (tuzas, fibras, cáscaras y efluentes líquidos) según las cifras presentadas por K.W. Chan. Algunos desechos pueden ser utilizados de nuevo directamente, tales como las fibras y las cáscaras en las calderas de las fábricas, los otros deben ser tratados, para preservar el medio ambiente, lo que incrementa el costo de producción del aceite de palma.

Las tuzas (escobajo) tienen un valor fertilizante suficiente para que se pueda considerar su regreso al campo, en condiciones de explotación media, como siendo económicamente rentable, teniendo en cuenta la reducción de las aplicaciones de abonos minerales a los cuales se substituyen.

Este consejo trata de la aplicación de tuzas frescas en plantación. Se deducen resultados de los ensayos llevados a cabo, en tamaño real, en SOCAPALM en Camerún. También se señala la disponibilidad en tuzas, su composición en elementos minerales y su equivalencia en abonos al mismo tiempo que la organización práctica de los posibles métodos de transporte y de aplicación. Se está llevando a cabo un estudio económico en las condiciones específicas de esta empresa; los resultados pueden ser extrapolados a otras situaciones.

CUADRO I. — Importancia de los desechos para una producción media de 15 TT/ha

	Materia seca (Toneladas)	Materia fresca (Toneladas)	Materia fresca en % T Racimos
Tuzas	1,1	3,3	22
Fibras	1,2	2,0	13
Cáscaras	0,7	0,8	5
Efluentes líquidos	0,5	10,2	

□ COMPOSICION DE LAS TUZAS - EQUIVALENCIA EN FERTILIZANTE

✓ Resultados de análisis

El cuadro II da la composición media de las tuzas en elementos minerales, así como su equivalencia en fertilizante comúnmente empleados en plantación de palma aceitera.

Estos resultados muestran que el potasio es el nutriente más abundante en las tuzas y que se nece-

sita unos 85 kg de tuzas frescas para reemplazar un Kg de cloruro de potasio.

CUADRO II. — Composición de las tuzas - Equivalencia en fertilizantes

Elemento	Composición % de tuzas	Equivalente en fertilizantes	
		Fertilizante	Equivalente (kg) para 1 tonelada de tuzas
N	0,158	Urea	3,4
P ₂ O ₅	0,080	Fosfato tricálcico	2,3
K ₂ O	0,700	KCl	11,7
MgO	0,080	Kieserite	2,7
CaO	0,100	—	

□ Resultados agronómicos

Son sacados de un ensayo en bloque de Fisher instalado en SOCAPALM en el cual se comparan diferentes formas de aplicación de K (Cloruro de potasio - Tuzas - Cenizas de tuzas) a diferentes dosis.

El examen de los resultados de producción y de los contenidos en K de los análisis foliares, entre 9 y 15 años, hace resaltar una equivalencia media, en término de efectos sobre la producción y la nutrición mineral, de 80 a 85 kg de tuzas por kg de KCl.

Estos resultados muestran que es posible substituir las tuzas a los abonos minerales, respetando la equivalencia entre cada uno de ellos según los resultados de análisis de tuzas. En la práctica, se admite que la aplicación de 80 kg de tuzas correspondía a la aplicación de un kg de cloruro de potasio.

□ ESTUDIO DE LA ORGANIZACION PRACTICA DE APLICACION

Los ensayos fueron llevados a cabo con miras a substituir a las aplicaciones de KCl, las de tuzas, colocadas entre los círculos, en la línea de siembra. La operación consiste en aplicar a cada palma el número de tuza determinado a partir de la dosis de KCl preconizada, la equivalencia en kilogramo de tuzas y de su peso medio. Diferentes opciones pueden ser escogidas para el cargamento a la salida de la fábrica y para la distribución en de las parcelas.

✓ Evaluación del peso medio de las tuzas

Se realiza regularmente al chequear las tuzas colectadas por la fanja transportadora de tuzas y al pesar dos veces los vehículos de transporte en la bascula de la planta extractora.

CUADRO III. — Comparación de los métodos de aplicación en las parcelas

Organización estudiada	Material	Carretilla	Volquete autopropulsado	Tractor
		15 carretillas	2 volquetes autopropulsados	1 tractor
	Obreros	15	2	2
	Chofers	-	2 x 2	1
	Supervisión	1	2	-
			-	
Normas de rendimiento	ha/D	7,2	3,6	3
	TT/HD	5,2	6,9	11,4
	Immobilización de personal			
	HD/ha	2,2	1,7	1
	HD/TT	0,19	0,15	0,09
	Immobilización de vehículos (Carretillas - Volquete autopropulsado - Tractor)	2,20	0,56	0,33
	DM/ha	0,18	0,05	0,03
	DM/TT			

ha : hectárea D : día TT : tonelada de tuzas HD : hombre/día (supervisión, chofer incluido) DV : día de maquinaria

✓ Transporte de las tuzas hasta las parcelas

Se pueden concebir dos operaciones:

- transporte por vehículos especialmente afectados a este trabajo;
- transporte de las tuzas por vehículos afectados conjuntamente a la cosecha de los racimos en la plantación.

La primera organización tiene la ventaja de una gran facilidad de ejecución y no requiere la realización de un dispositivo de cargamento rápido de los vehículos. La segunda organización tiene el interés de aprovechar los vehículos de cosecha a su regreso. Entonces se puede considerar el costo como prácticamente nulo, puesto que de todas maneras, los vehículos regresan al campo para proceder a un nuevo cargamento de racimos. Se requiere instalar un dispositivo de cargamento rápido de los vehículos, con el fin de no retrasar demasiado el transporte de racimos, especialmente en tiempos de fuerte producción.

Considerándose el estado actual de los equipos de las fábricas, se ha escogido al primer método. Sin embargo se hará una modelización económica del segundo método, para evidenciar su interés.

✓ Distribución dentro de las parcelas

Se pueden considerar tres tipos de organización:

- distribución entre las palmas por carretillas,
- distribución por volquetes autopropulsados (dumper) y
- distribución por tractores

Se ha realizado el estudio técnico caso por caso, considerando que se quiere aplicar tuzas hasta unos 80 kg por árbol (o sea 1 kg de KCl) en un cultivo sembrado con 143 árboles por hectárea, o sea 11,4 toneladas de tuzas por hectárea. Las características de cada método se detallan en el cuadro III.

✓ Distribución por carretillas

La distribución en las cabeceras de las calles se hace como más tarde en la víspera del día de aplica-

ción. Un jefe de cuadrilla tiene bajo sus órdenes 10 a 15 trabajadores cada uno con una carretilla.

La distribución se realiza por media hilera y progresa de 7,2 hectárea por día y por cuadrilla de 16 personas o sea 2,2 HD/ha y 0,19 HD por tonelada de tuza aplicada; la eficiencia de un obrero (sin incluir el mando) es de 5,5 T por día.

✓ Distribución por Volquete autopropulsado (dumper)

La distribución en las cabeceras de las calles se realiza como más tarde en la víspera del día de aplicación. La organización que parece más eficiente consiste en emplear dos volquetes y dos cuadrillas de dos trabajadores. Una cuadrilla carga un volquete en límite de parcela, mientras que el otro, montado en un segundo vehículo, distribuye tuzas en las hileras. Los dos grupos se turnan periódicamente.

Con un total de 6 personas, se pueden aplicar 3,6 hectáreas por día, o sea 1,7 HD/ha y 0,15 HD por tonelada de tuza aplicada. Las necesidades en volquete autopropulsado son de 0,56 día por hectárea y 0,05 día por tonelada de tuza, para 8 horas de trabajo por día (o sea 0,4 hora por tonelada de tuza aplicada).

✓ Distribución por tractor

No se descarga el remolque en límite de la parcela. Con cada tractor va un grupo de 3 trabajadores constituido por un chofer y dos obreros. La progresión es de 3 hectáreas por día o sea 1 HD/ha y 0,09 HD/ por tonelada de tuza aplicada.

El tractor circula en las calles y las tuzas se colocan en las hileras. Las necesidades en tractor son de 0,33 día por hectárea y 0,03 día por tonelada de tuza. Debido a las paradas, el tractor no funciona sino 5 horas por día o sea 0,15 hora por tonelada de tuza aplicada.

□ ASPECTOS ECONOMICOS

Se ha emprendido un estudio económico a partir de los costos específicos de SOCAPALM.

✓ Importancia de los ahorros en fertilizantes

Con una producción media de 250.000 toneladas de racimos al año, SOCAPALM dispone de 55.000 toneladas de tuzas frescas a la salida de fábrica.

A partir de los datos del cuadro II, se deduce los tonelajes y el valor de los fertilizantes que se puede ahorrar (cuadro IV).

CUADRO IV. — Equivalentes en toneladas de fertilizantes

Elemento	Toneladas de elemento	Equivalente abono (toneladas)	Valor en FF
N	87	188 Urea	414 300
P ₂ O ₅	44	126 Fosfato tricálcico	226 300
K ₂ O	385	642 KCl	924 000
MgO	44	147 Kiesérite	205 300
CaO	55		0

Estos resultados muestran que el valor mercantil teóricamente recuperable es cuantioso. Sin embargo, generalmente no se aplica fosfato tricálcico ni urea en las plantaciones de SOCAPALM. En estas condiciones, el valor realmente recuperable corresponde principalmente a las 642 toneladas de cloruro de potasio. Teóricamente, también se puede recuperar el equivalente en Kiesérite. Sin embargo, es poco probable que el equilibrio cloruro de potasio/Kiesérite natural de las tuzas corresponda al equilibrio buscado. Por lo tanto, el valor equivalente en kiesérite no se toma en cuenta para efectuar los cálculos económicos. En rea-

lidad, se tomará en cuenta, reduciendo las dosis de kiesérite cuando se aplican tuzas.

✓ Comparación económica

El estudio presentado en el cuadro V y VI fue llevado a cabo en base a un volumen de tuzas aplicadas anualmente de 50.000 toneladas o su equivalente de 625 toneladas de cloruro de potasio con una tasa de sustitución de 80 kg de tuzas por kg de cloruro de potasio.

La observación de estos cuadros muestra que es rentable reemplazar el equivalente de fertilizante por tuzas. El modo de aplicación manual es el más rentable y el ahorro realizado es casi de 300 000 FF al año. Un ahorro considerable adicional podría ser realizado al aprovechar los transportes residuales: los tractores que transportan los racimos a la fábrica deberían regresar con las tuzas. Esto requiere un cargue rápido de los tractores y por lo tanto la instalación de tolvas adecuadas para este trabajo. Estas tolvas deberían tener una capacidad casi del volumen de un remolque de tractor. El ahorro realizado es entonces casi de 900 000 FF al año, después de reembolsado el costo de instalación. Este último no figura en el estudio, puesto que el equipo no ha sido probado. Sin embargo las estimaciones dejan aparecer que su costo es ampliamente compensado el primer año por el beneficio (576 000 FF) sacado con relación a la aplicación manual sin tolva.

CUADRO V. — Costos unitarios y rendimientos

COSTOS UNITARIOS	
Hora de tractor	96 FF/HT
Hora de volquete autopropulsado	24 FF/HV
Día MO + supervisión	40 FF/HD
Tonelada cloruro de potasio	1 440 FF/tonelada
Compra carretilla	280 FF/unidad
Compra tractor	130 000 FF/unidad
Compra volquete autopropulsado (dumper)	60 000 FF/unidad
Gastos financieros (en % compra equipo y productos)	18,00 %
Equivalencia en kg tuzas por kg cloruro de potasio	80
RENDIMIENTO	
Aplicación fertilizantes minerales	
transporte	160 FF/tonelada
distribución	20 FF/tonelada
aplicación	3,5 HD/tonelada
evacuación de las tuzas por kg KCl	0,04 HT/tonelada
Aplicación manual tuzas	
transporte tuzas :	0,16 HT/tonelada
aplicación : carretillas (500 toneladas por carretilla)	0,002 C/tonelada
mano de obra	0,2 HD/tonelada
Aplicación volquete autopropulsado	
transporte tuzas :	0,15 HT/tonelada
aplicación : volquete autopropulsado (2,56 toneladas por hora)	0,4 HD/tonelada
mano de obra	0,15 HD/tonelada
Aplicación tractor	
transporte tuzas :	0,15 HT/tonelada
Aplicación : tractor (7 toneladas por hora)	0,15 HT/tonelada
mano de obra	0,06 HD/tonelada
Aplicación manual y tolva	
transporte tuzas :	0,03 HT/tonelada
aplicación : carretillas (500 toneladas por carretilla)	0,002 C/tonelada
mano de obra	0,2 HD/tonelada

HD : hombre día HT : hora de tractor HV : hora de volquete autopropulsado C : carretilla

CUADRO VI. — Comparación de los costos de aplicación (FF) para 50 000 toneladas de tuzas o su equivalente sea 625 toneladas de KCL

	Abonos minerales		Aplicación de tuzas							
	Cantidades	Gastos	Aplicación manual		Aplicación volquete (dumper)		Aplicación tractor		Aplicación manual y tolva	
			Cantidades	Gastos	Cantidades	Gastos	Cantidades	Gastos	Cantidades	Gastos
Gastos de funcionamiento										
Compra fertilizantes (1)	625	900 000								
Transporte fertilizantes (1)	625	100 000								
Distribución fertilizantes (1)	625	12 500								
Aplicación fertilizantes (4)	2 188	87 500								
Evacuación tuzas (2)	2 000	192 000								
Transporte tuzas (2)			7.500	720 000	7.500	720 000	7.500	720 000	1.500	144 000
Aplicación carretillas (3)			100	28 000					100	28 000
Aplicación volquete autopropulsados (2)					20.000	480 000				
Aplicación tractor (2)							7.500	720 000		
Gastos de mano de obra (4)			10.000	400 000	7.500	300 000	3.000	120 000	10.000	400 000
Sub total funcionamiento (a)		1 292 000		1 148 000		1 500 000		1 560 000		572 000
Cálculos de los gastos financieros										
Carretilla			100	28 000					100	28 000
Volquete autopropulsado					8	480 000				
Tractor							4	520 000		
Fertilizantes	625	900 000								
Sub total compras (b)		900 000		28 000		480 000		520 000		28 000
(c) Gastos financieros = 18% de (b)		162 000		5 040		86 400		93 600		5 040
Costos totales (a) + (c)		1 454 000		1 153 040		1 586 460		1 653 600		577 040
Ahorros o costo adicional		-		-300 960		+132 460		+199 600		-876 960

Unidades: (1) = Toneladas
(2) = Horas vehículos
(3) = Unidad
(4) = Días de peones

DISCUSION

La preocupación de incrementar la rentabilidad financiera de la explotación será determinante en la decisión de aplicar tuzas y las modalidades de aplicación por el utilizador. Otros apremios (disponibilidad de mano de obra y de maquinaria) pueden llevar al jefe de explotación a combinar los métodos manuales o mecánicos, de dedicación parcial o plena.

De un punto de vista de práctica agrícola, pueden intervenir otras consideraciones para tomar decisiones para:

- aplicar o no las tuzas: la aplicación de tuzas es un regreso de materia orgánica al campo que no puede sino favorecer la estructura del suelo y contribuir al mantenimiento o al mejoramiento de la fertilidad del medio ambiente;
- mecanizar de la distribución dentro de las parcelas o no: las aplicaciones de tuzas deben tener lugar a todo lo largo del año, incluso durante la temporada de lluvias. Por lo tanto es poco prudente realizar este trabajo recurriendo a medios mecánicos, tales como tractores o volquetes autopropulsados. En efecto, los pasos repetidos de los vehículos en las calles de la plantación tendrían como efecto compactar el suelo y crear rodadas en los pasos de las ruedas. A largo plazo, resultaría de ello un riesgo de baja de fertilidad del suelo.

Del punto de vista de la organización de los trabajos, resulta que el método enteramente manual, aunque fastidioso, sea el más satisfactorio, ya que más flexible. El mayor problema se encuentra en la determinación de las cantidades de tuzas por depositar en cabecera de cada calle, para evitar que tener que recoger las tuzas y moverlas en una larga distancia (costo adicional). Esta determinación puede ser realizada a partir de planos parcelarios.

Referente a los transportes de las tuzas en las calles con carretillas, este trabajo no se diferencia fundamentalmente del transporte de los racimos en la cosecha. Se puede prever el empleo de carretas con buyes, en lugar de carretilla.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que las aplicaciones de tuzas podrían ser económicamente justificadas si se sustituían a una parte del cloruro de potasio aplicado cada año. Por lo tanto, se ha decidido a principios del ejercicio 1990/1991, generalizar esta práctica en todas las plantaciones de SOCAPALM. Al cabo de un año, una apreciación puede ser llevada sobre la realización de estas aplicaciones. La experiencia demostró que la mayor dificultad resultaba del cálculo de los tonelajes o números de remolques de tuzas por depositar en cabecera de cada calle. Por lo tanto hubo un ligero deterioro de los resultados con relación a las medidas, pero que no replantea el bien fundado del método.

Debido a razones prácticas y para minimizar el costo de los transportes, las aplicaciones se limitaron a las parcelas más cercanas a las fábricas, y de más fácil acceso.

La organización de la aplicación que resulta más eficiente consiste en combinar el transporte de tuzas con el de racimos a la fábrica, la distribución en las parcelas siendo realizada manualmente. El equipo en tolvas permite un cargamento rápido de los remolques y autoriza por su gran flexibilidad una distribución de tuzas en toda o parte de la plantación según las necesidades, sin costo adicional prohibitivo.

AGRADECIMIENTOS. — *Quedamos muy agradecidos al Señor Director General de la SOCAPALM, quien nos permitió realizar las experiencias descritas en el presente artículo y autorizó su publicación.*

BIBLIOGRAFIA

[1] PETITPIERRE G. — Valorisation des déchets d'huilerie Etude FED N°4/ET/MPRA/MON

[2] CHAN K.W., WATSON I. and LIM K.C. — Use of palm waste material for increased production. Conference on "Soil Science and Agricultural Development in Malaysia" KUALA LUMPUR, 1980.

[3] TAN YAP PAU — Commercial scale bunch mulching of oil palms in United Plantations berhad. Document interne.