

Le diagnostic foliaire pour le contrôle de la nutrition des plantations de palmiers à huile

Prélèvement des échantillons foliaires

Le diagnostic foliaire consiste à analyser des feuilles pour déterminer leur teneur en éléments minéraux et en déduire le niveau de nutrition de la plante. C'est une méthode d'investigation rapide qui peut concerner des grandes surfaces. Mais pour pouvoir exploiter judicieusement les résultats de ces analyses, il faut que les échantillons à analyser soient **prélevés suivant des règles très strictes**, qui sont décrites ci-après, et qu'ils soient bien caractérisés ; à cet égard, il faut distinguer :

— **Les prélèvements pour le contrôle systématique périodique** de la nutrition d'une plantation ; contrôle généralement annuel, qui doit permettre de situer le niveau nutritif de chaque unité (bloc, parcelle ou groupe de parcelles) et son évolution, compte tenu des fumures apportées les années précédentes ;

— **les prélèvements pour échantillons « spéciaux ou orientés »**, destinés à étudier certains aspects particuliers : confirmation de symptômes usuels de déficience, recherche des causes d'anomalies de développement, ...

Suivant ces diverses orientations, les échantillons doivent être constitués différemment.

Le diagnostic foliaire (D. F.), par une meilleure connaissance de la nutrition de la plantation, permet donc d'établir les programmes de fumure, mais pour permettre une gestion plus précise et économique de la fertilisation, il est souhaitable qu'en complément du diagnostic foliaire on puisse disposer sur chaque plantation des résultats d'expérience de fumure qui permettront de préciser les teneurs optimales dans les feuilles, compte tenu des conditions écologiques, de la nature et de l'âge des palmeraies, ainsi que les doses d'engrais les plus rentables.

Cette expérimentation donne des résultats précis mais qui ne peuvent être généralisés à l'ensemble de la plantation sans certaines précautions.

Le D. F., précisant la situation nutritionnelle des différentes unités (blocs ou parcelles), permet d'exploiter judicieusement les résultats de l'expérimentation et de définir les fumures les mieux adaptées à chaque cas. Ces deux approches sont donc complémentaires.

I. — CONSTITUTION DES ÉCHANTILLONS

1. — Choix de la feuille à prélever.

L'existence de gradients dans les teneurs, selon l'âge des feuilles, impose de prélever des feuilles d'un même rang pour permettre la comparaison entre les différents échantillons.

On prélève, en général, un seul rang de feuille. Le choix s'est porté sur la feuille de rang 17 qui est adulte, fonctionnelle et facilement accessible. Au jeune âge (2^e ou éventuellement 3^e année de plantation) en l'absence de la feuille 17, on prélève la feuille de rang 9.

Détermination du rang de la feuille : les feuilles du palmier sont situées à environ 135° les unes des autres sur une hélice tournant vers la droite ou vers la gauche, pour un observateur placé devant l'arbre et regardant la feuille 1.

On appelle feuille de rang 1 la palme la plus voisine de la flèche et dont la plupart des folioles sont complètement séparées. Les folioles inférieures peuvent encore être resserrées dans la gaine des autres feuilles.

La figure 1 (D et G) donne la position schématique des sections des feuilles sur un plan horizontal coupant toute la couronne. Les feuilles de rangs 4 et 6 encadrent toujours la feuille 1 à 45° de part et d'autre. La feuille 9 se trouve en dessous de la feuille 1 mais légèrement déportée du côté de la feuille 4 (Fig. 2). Si la feuille 4 est à gauche de l'observateur, le sens de l'hélice est vers la gauche ; si la feuille 4 est à droite, le sens est vers la droite. Il faut donc d'abord se demander pour chaque palmier quel est le sens de l'hélice. Il est ensuite

aisé de déterminer rapidement le rang de n'importe quelle palme et en particulier de trouver les feuilles 9 et 17. Sur la figure 2, l'hélice tourne vers la gauche.

Ainsi, les bases des feuilles 1, 9, 17 et 25 sont sur une même ligne courbe appelée généralement spire (Fig. 1). Il y a ainsi 8 spires. Les numéros de rang des feuilles d'une même spire vont de 8 en 8.

Dans le cas de très grands arbres, où il est difficile de repérer la feuille 1 et, par conséquent, le rang des autres feuilles, on peut déterminer la feuille 17 comme étant celle dont le tiers inférieur du rachis fait avec le stipe un angle d'environ 45° (Fig. 3). A cette feuille, correspond généralement une jeune inflorescence encore fermée dont on ne peut voir que l'extrémité (si toutefois celle-ci n'est pas avortée).

2. — Choix de l'époque de prélèvement.

Les teneurs varient en cours d'année principalement sous l'effet des pluies et de l'insolation. Il est donc indispensable de réaliser les prélèvements toujours à la même époque climatique pour que les résultats soient comparables d'une année à l'autre.

C'est la saison sèche, ou encore la période de moindre pluviosité dans les pays très arrosés, qui a été choisie car c'est l'époque durant laquelle les teneurs sont les plus stables. De plus, la carence potassique (fréquente pour le palmier) s'extériorise mieux en cette saison.

Pour se mettre à l'abri des variations des teneurs au cours de la journée, **les prélèvements doivent être effectués entre 7 h et 11 h.**

Pour éviter les risques de lixiviation des éléments minéraux dans la feuille, **il faut attendre 36 h après une pluie de plus de 20 mm pour réaliser les prélèvements.**

3. — Nombre d'arbres devant intervenir dans la constitution d'échantillons.

Les teneurs varient d'un arbre à l'autre même au sein d'une lignée plantée sur un sol apparemment homogène. Un échantillon doit donc regrouper les folioles prélevées sur un nombre suffisant d'arbres pour atténuer cette variation. **Les études ont montré qu'avec 25 arbres on met facilement en évidence des différences de 5 à 10 p 100 entre les teneurs de plusieurs échantillons.** Ce nombre peut même être limité à 15 dans certains cas particuliers (diagnostics spéciaux, parcelles d'expérience) et donner une précision encore supérieure à celle du laboratoire.

II. — ÉCHANTILLONS POUR LES CONTRÔLES PÉRIODIQUES

1. — Densité de prélèvements.

Un échantillon de 25 arbres sera évidemment d'autant plus représentatif d'une surface plantée que celle-ci sera réduite. Théoriquement, il faudrait donc retenir une forte densité de prélèvements. Mais, sur le plan pratique, un compromis s'impose entre la précision et le volume de travail.

Des études statistiques effectuées dans différentes situations en Côte d'Ivoire ont montré, par exemple, que :

— la plus forte densité étudiée (1 échantillon pour 12,5 ha) assure bien entendu la meilleure précision ;

— la densité optimale, c'est-à-dire celle assurant une précision voisine de celle du laboratoire, est d'un échantillon pour 25 ha ;

— d'une manière générale, l'homogénéité reste satisfaisante à l'intérieur de parcelles de 50 ha et est encore acceptable pour des parcelles de 100 ha dans la majorité des situations.

Il est donc recommandé de prélever pour les deux premières années après la plantation (n2 et n3) un échantillon par unité homogène d'environ 50 ha. Si la similitude s'avère satisfaisante entre deux unités voisines de 50 ha, il sera possible de limiter ensuite les prélèvements à un seul échantillon pour 100 ha.

(1) Ces « Conseils » reproduisent le texte déjà paru sous le n° 150 de nos pages de « Pratique agricole » *Oléagineux*, mai 1975).

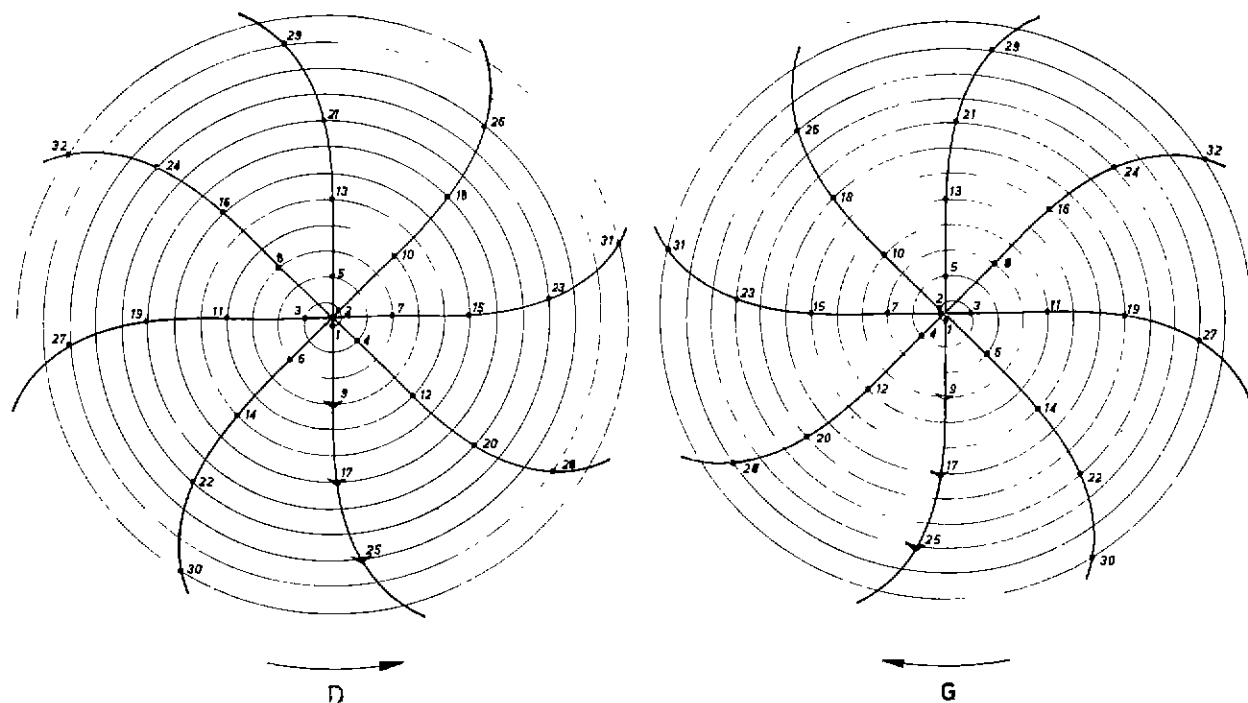


FIG. 1. — Organisation foliaire du palmier à huile (*Oil palm phyllotaxy* — Organización foliar de la palma de aceite)
D, G : droite, gauche (right, left — derecha, izquierda).



FIG. 2. — Numérotation des diverses palmes — on voit que les feuilles 1, 9 et 17 sont presque sur la même verticale (*Numbering of various fronds ; it will be seen that leaves 1, 9 and 17 are almost on the same vertical* — Numeración de las diferentes hojas ; las hojas 1, 9, 17 están casi en la misma vertical)



FIG. 3. — Détermination visuelle de la feuille 17 (*Determination of leaf 17 by sight* — Determinación visual de la hoja 17)

2. — Choix des arbres constituant l'échantillon.

S'il n'existe pas de différences essentielles entre les différents types de sol de la plantation, ce qui est fréquemment le cas en milieu tropical (évolution ferrallitique), les unités homogènes seront définies par le plan parcellaire (Fig. 4). Si, au contraire, les sols sont très différents (par exemple terrasse alluviale et colline granitique), il faudra tenir compte des limites entre types de sol pour déterminer les unités homogènes, comme l'indique la figure 5.

Une fois les unités homogènes identifiées, **il faut choisir dans chacune 25 arbres les plus représentatifs** de l'état moyen des arbres de l'unité. L'idéal serait de les disperser sur l'ensemble de la surface considérée (1 arbre par fraction de 2 ha), mais cette technique est difficilement applicable sur le plan pratique (parcours excessifs, cheminements difficiles) et elle ne permet pas de voir sur le terrain l'ensemble des arbres prélevés. Il est donc préférable de choisir des arbres suffisamment groupés sans tomber dans l'excès contraire.

Il est recommandé de choisir soit deux lignes Nord-Sud contiguës (interligne dégagé dans le cas d'une plantation andainée) entre deux pistes de collecte (habituellement 2 lignes \times 26 arbres), soit deux lignes situées environ au 1/4 et aux 3/4 de la longueur Est-Ouest de l'unité.

Cette méthode constitue un bon compromis qui, tout en évitant une dispersion excessive des arbres à prélever, permet de tenir compte des éventuels gradients de fertilité à l'intérieur de chaque unité.

Le choix de ces deux lignes devra être fait avec beaucoup d'attention : elles doivent être représentatives de l'aspect moyen de l'unité. Il faudra bien veiller à ne pas les choisir dans des situations particulières telles que butte plus sèche ou fond de thalweg plus humide que le reste de l'unité.

Les échantillons de feuilles sont prélevés seulement sur un palmier sur deux, par ligne ($12 \times 2 = 24$ palmiers par échantillon) à l'exclusion des palmiers du bout de ligne (nos 1 et 26). De plus, avant le prélèvement, il faut vérifier chaque palmier car il doit être sain et représentatif ; s'il présente quelques anomalies, ou est un remplaçant, on choisira le palmier suivant sur la même ligne.

Si on observe des symptômes visuels de déficience sur les palmiers retenus pour les prélèvements, il y a intérêt à bien décrire ces symptômes et à préciser, pour chaque échantillon, sur combien d'arbres ils ont été observés.

Dans un pareil cas, on peut également, en plus de l'échantillon moyen, constituer un échantillon composé uniquement de folioles prélevées sur les arbres présentant ces symptômes. Les caractéristiques de tels échantillons doivent être bien signalées et mis à part lors de l'expédition.

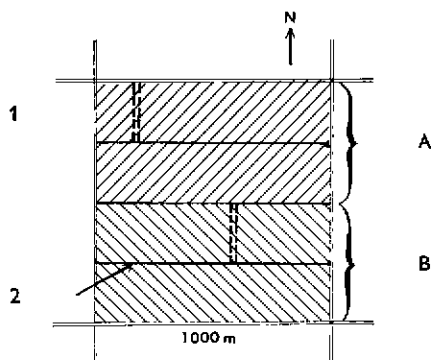


FIG. 4. — Bloc de 100 ha établi sur sol homogène, détermination des unités homogènes (100 ha block established on homogeneous soil, determination of homogeneous units — Bloque de 100 ha establecido en suelo homogéneo, determinación de unidades homogéneas)

A : unité homogène n° 1 (Homogeneous unit n° 1 — Unidad homogénea n° 1)

B : unité homogène n° 2 (Homogeneous unit n° 2 — Unidad homogénea n° 2)

1 : 2 lignes contigües pour prélèvement des échantillons (2 adjacent lines for sampling — 2 hileras contiguas para tomas de muestras)

2 : piste de collecte (Collection road — Carreteable de recogida)

Les lignes et les palmiers choisis devront être bien marqués (bornes en bout de ligne, étiquettes sur les arbres) et leur emplacement reporté sur plans afin que l'on puisse les retrouver facilement d'une année à l'autre. En effet, il est préférable d'utiliser toujours les mêmes arbres pour ces contrôles périodiques.

III. — ÉCHANTILLONS SPÉCIAUX OU ORIENTÉS

Les prélèvements spéciaux poursuivent des objectifs divers.

1. — Contrôle précoce de la nutrition minérale.

Il peut être utile de connaître la nutrition minérale avant la 2^e année de plantation. Par exemple, un diagnostic foliaire précoce peut orienter le programme de fumure d'une plantation établie sur des sols peu connus.

Les prélèvements seront alors effectués en fin de première année sur la feuille de rang 4, suivant les mêmes modalités, mais comme il s'agit d'un diagnostic foliaire prospectif, la densité des prélèvements pourra être plus faible.

2. — Confirmation des échantillons périodiques.

Les prélèvements périodiques s'effectuent toujours sur les mêmes lignes dans chaque unité homogène. La représentativité de ces échantillons pourra être vérifiée en constituant chaque année pour quelques parcelles un second échantillon à partir de deux autres lignes. Les parcelles qui feront l'objet d'un double prélèvement changeront d'une année sur l'autre et pourront représenter environ 1/10 du nombre total des échantillons périodiques.

3. — Dans le cas de certaines carences (magnésium et bore), il existe une inversion des gradients selon l'âge des feuilles. Les feuilles de rangs 9 et 17 pourront donc être prélevées simultanément pour vérifier le sens des gradients quand l'existence de telles carences est pressentie.

4. — Étude des anomalies.

Des palmiers présentant des caractères qui les différencient du « palmier normal » peuvent apparaître plus ou moins groupés ou dispersés au sein de chaque unité.

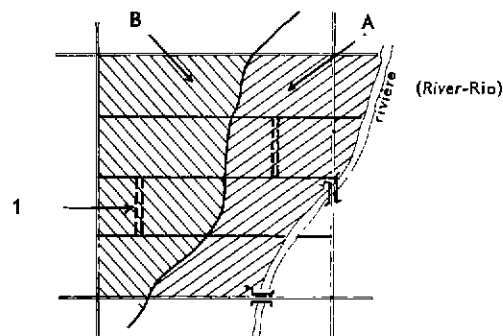


FIG. 5. — Bloc de 100 ha établi sur sol hétérogène, détermination des unités homogènes (100 ha block on heterogeneous soil, determination of homogeneous units — Bloque de 100 ha establecido en suelo heterogéneo, determinación de unidades homogéneas)

A : Unité homogène n° 1 sur alluvions (Homogeneous unit n° 1 on alluvial soil — Unidad homogénea n° 1 en aluviones)

B : Unité homogène n° 2 sur sol granitique (Homogeneous unit n° 2 on granite soil — Unidad homogénea n° 2 en suelo granítico)

1 : 2 lignes contigües pour prélèvement des échantillons (2 adjacent lines for sampling — 2 hileras contiguas para tomas de muestras)

Les origines de ces différences sont très variables, mais d'aucunes peuvent s'expliquer par une moindre fertilité locale des sols, entraînant un déséquilibre de la nutrition minérale. Aussi, dès qu'un nombre non négligeable de palmiers diffère du reste de l'unité par la croissance, la coloration, la production, l'état sanitaire, il est nécessaire d'effectuer un diagnostic foliaire comparatif.

Il suffira de constituer pour un ou plusieurs groupes de 20 à 25 « palmiers différents » des échantillons pour un ou plusieurs rangs de feuilles (9, 17, 25 si nécessaire), sur la base d'un échantillon par rang de feuilles pour chaque groupe de palmiers. Parallèlement, une série d'échantillons témoins sera constituée avec des palmiers d'apparence normale, proches des précédents. Une deuxième série pourra être faite avec des palmiers plus éloignés pour s'assurer qu'il n'existe pas un gradient de fertilité.

Pour obtenir des résultats interprétables, il est indispensable d'effectuer plusieurs répétitions (4 ou 5) par couple, entre « palmiers différents » et palmiers normaux.

Dans ce cas, l'époque de prélèvement a moins d'importance, puisque l'on compare les résultats d'analyses à ceux de palmiers normaux prélevés le même jour ; bien veiller, en effet, à ce que les deux prélèvements d'un même couple soient prélevés dans les mêmes conditions, le même jour.

IV. — PRÉPARATION ET CONDITIONNEMENT DES ÉCHANTILLONS

Le conditionnement des échantillons, pour assurer leur conservation et leur préparation en vue de l'analyse en laboratoire, est décrit dans les Conseils de l'I. R. H. O., n° 170 (Oléagineux de mars 1977, p. 95-99).

CONCLUSION

Le diagnostic foliaire est une méthode d'investigation très utile, mais il faut bien veiller aux conditions dans lesquelles les échantillons doivent être constitués, pour que les résultats soient comparables, dans l'espace et dans le temps.

Les modalités d'échantillonnage varient suivant l'objectif poursuivi : contrôle périodique de la nutrition, ou prélèvements spéciaux.

R. OCHS et J. OLIVIN.

Leaf Analysis for the Control of Nutrition in Oil Palm Plantations — Taking of leaf samples

The principle of this technique is the analysis of leaf samples in order to determine their mineral element content and deduce the nutritional level of the plant. It is a rapid method of investigation which can be applied to large areas. But for the best use to be made of the results of these analyses, samples for analysis must

be taken according to very strict rules which are described below, and they must be well characterized ; in this respect, it is necessary to distinguish between :

— samplings, generally annual, for systematic control of nutrition in a plantation, which should situate the nutritional

level of each unit (block, plot or group of plots) and its development, taking account of the manurings applied in previous years ;

— those for "special or directed" samples for the study of particular aspects : confirmation of common deficiency symptoms, research into the causes of development anomalies...

Samples should be made up in different ways, according to the orientation chosen.

By providing a more thorough knowledge of the plantations' nutrition, leaf analysis (L. A.) makes it possible to establish the manuring programmes but for a more accurate and economical management of fertilization, it is desirable that in addition to the leaf analysis, the results of fertilizer trials should be available on each plantation so that the optimum leaf level can be defined in the light of the ecological conditions, the nature and age of the palm groves and the most economical fertilizer rates.

This experimentation gives results which, though exact, cannot be generalized over the entire plantation without certain precautions.

The L. A. situating the nutritional status of the different units (blocks or plots) allows the results of experimentation to be used judiciously and the fertilizers best adapted to each case defined. These two approaches are thus complementary.

I. — COMPOSITION OF SAMPLES

1. Choice of leaf to be sampled.

The existence of gradients in the contents according to the age of the leaves means that samples must be taken from leaves of the same rank to enable a comparison between the different samples.

In general, a single leaf rank is taken. The choice fell on the leaf of rank 17, which is adult, functional and easily accessible. At an early age, the second or eventually third year of planting, the leaf of rank 9 is used in the absence of leaf 17.

Determination of the leaf rank : the leaves of the oil palm are inserted at an angle of about 135° from one another on a spiral turning right or left for an observer placed in front of the tree and looking at leaf 1.

The leaf of rank 1 is the frond closest to the spear and on which most of the leaflets are completely unfurled. The lower leaflets may still be constricted within the sheath of the other leaves.

Figure 1 (D and G : right and left) gives the diagrammatic position of the sections of the leaves on a horizontal plane right across the crown. The leaves of ranks 4 and 6 are always at an angle of 45° on either side of leaf 1. Leaf 9 is below leaf 1 but slightly towards the side of leaf 4 (Fig. 2). If leaf 4 is to the left of the observer, the spiral is turning left ; if leaf 4 is to the right, it is a right-hand spiral. Thus, the direction of the spiral must first be ascertained for each palm. Afterwards it is quite easy to determine the rank of any frond rapidly, and especially to find leaves 9 and 17. Figure 2 shows a left-hand spiral.

The bases of leaves 1, 9, 17 and 25 are on the same curved line generally called a parastichy (Fig. 1). Thus there are eight parastichies. The leaf rank numbers of the same parastichy run in eights.

In the case of very tall trees, where it is difficult to pick out leaf 1 and consequently the rank of the other leaves, leaf 17 can be determined as that on which the lower third of the rachis forms an angle of about 45° with the trunk (Fig. 3). There is usually a young still closed inflorescence, of which only the tips can be seen in the axil of this leaf (unless it has aborted).

2. Choice of sampling period.

The contents vary over the course of the year, mainly under the effect of rainfall and sunshine. Thus it is indispensable always to sample in the same climatic period so that the results are comparable from one year to the next.

It is the dry season, or the least rainy season in very wet countries, which has been chosen, for it is at this period that the contents are most stable. Moreover, the potassic deficiency (frequent for the oil palm) is externalized better in this season.

To counter variations of the contents in the course of the day, the samples should be taken between 7 a. m. and 11 a. m.

So as to avoid risks of leaching of the mineral elements in the leaf, 36 hours should elapse after a 20 mm rainfall before samples are taken.

3. Number of trees involved in the composition of samples.

The contents vary from one tree to another even within one line planted on apparently homogeneous soil. A sample should thus regroup leaflets taken from a sufficient number of trees to reduce this variation. Studies have shown that with 25 trees, differences of 5 to 10 p. 100 between the contents of several samples are easily brought to light. This number can even be limited to 15 in certain specific cases (special analyses, experimental plots) and give an even higher accuracy than that of the laboratory.

II. — SAMPLES FOR PERIODIC CONTROLS

1. Density of sampling.

A sample from 25 trees will obviously be all the more representative of a planted area in that the latter is small. Theoretically, therefore, the density of sampling should be high. But on the practical plane, a compromise is necessary between accuracy and volume of work.

Statistical studies made in different situations in the Ivory Coast have shown, for example, that :

— the highest density studied (1 sample for 12.5 ha) naturally gives the greatest precision ;

— the optimum density, i. e. that giving an accuracy close to that of the laboratory, is one sample for 25 ha ;

— in general, the homogeneity is satisfactory within plots of 50 ha and is still acceptable for 100 ha plots in most situations.

For the first two years after planting (n2 and n3) it is therefore recommended that one sample should be taken for each homogeneous unit of about 50 ha. If two adjoining 50 ha. units turn out to be reasonably similar, it will be possible to keep to a single sample for 100 ha thereafter.

2. Choice of trees to make up the sample.

If there are no fundamental differences between the various types of soil of the plantation, which is frequently the case in a tropical environment (ferallitic formation), the homogeneous units will follow the ground plan (Fig. 4). If, on the other hand, the soils are very different (for example, alluvial terrace and granitic hills), account should be taken of the boundaries between types of soil in determining the homogeneous units, as indicated in figure 5.

Once the homogeneous units have been identified, 25 of the trees most representative of the average state of those in the unit, should be chosen in each one. Ideally, the trees would be spread over the entire area considered (1 tree per portion of 2 ha), but this technique is difficult to apply on a practical plane (excessive distances to be covered, difficult approaches) and would exclude the possibility of being able to see all the sampled trees on the site. Thus it is preferable to choose trees sufficiently grouped together, without going to the other extreme.

It is recommended to choose either two adjacent North-South rows (cleared interline in the case of a windrowed plantation) between two collection paths (usually 2 rows × 26 trees) or 2 rows located 1/4 and 3/4 of the way along the East-West axis.

This method is a good compromise which, whilst avoiding excessive dispersion of the trees to be sampled, enables possible fertility gradients inside each unit to be taken into account.

These two rows should be very carefully chosen : they should be representative of the average appearance of the unit. Care should be taken not to choose them in specific situations such as a drier mound or the bottom of a thatweg, moister than the rest of the unit.

The leaf samples are taken on every other palm only in the row (12 × 2 = 24 oil palms per sample) with the exception of the palms at each end (nos 1 and 26). Furthermore, each oil palm should be examined before sampling, for it must be healthy and representative ; if it has any anomalies or is a replacement, the next palm in the same row will be chosen.

If visual deficiency symptoms are observed on the palms retained for sampling, it is desirable to describe these symptoms clearly and, for each sample to specify on how many trees they have been observed.

In a case like this, a sample composed solely of leaflets taken on trees with such symptoms can be made up as well as the average sample. Attention should be drawn to the characteristics of such samples and they should be kept apart when dispatching.

The rows and the chosen oil palms should be marked clearly (boundary mark at the end of the row, tags on the trees) and their placements recorded on plans, so that they can easily be found again from one year to the next. In effect, it is always preferable to use the same trees for these periodical controls.

III. — SPECIAL OR DIRECTED SAMPLES

Special samples have various purposes :

1. Early control of the mineral nutrition.

It can be useful to know the mineral nutrition before the second year of planting. For example, an early leaf analysis can orient the manuring programme of a plantation established on little-known soils.

Sampling will then be done at the end of the first year on the leaf of rank 4, following the same methods, but as it concerns a prospective leaf analysis, the sampling density could be lower.

2. Confirmation of periodical samples.

Periodical samplings are always done on the same rows in each homogeneous unit. The representativeness of these samples could be checked by making up a second sample each year for several plots from two other rows. The plots subjected to double sampling would change from one year to the other and could represent approximately 1/10 of the total number of periodical samples.

3. In the case of certain deficiencies (magnesium and boron) there is an inversion of the gradients according to the age of the leaves. The leaves of ranks 9 and 17 could thus be sampled simultaneously to check the direction of the gradients when there are thought to be such deficiencies.

4. Study of anomalies.

Oil palms presenting characters differentiating them from « normal oil palms » may appear more or less grouped together or scattered within each unit.

The origins of these differences are very variable, but some can be explained by lesser local soil fertility leading to a mineral nutrition imbalance. Consequently, when an appreciable number of oil palms differ from the rest of the unit by growth, colour, yield, phytosanitary state, it is necessary to effect a comparative leaf analysis.

For one or more groups of 20 to 25 « different oil palms » it is sufficient to make up samples for one or more leaf ranks (9, 17, 25 if necessary), on the basis of one sample per leaf rank for each group of oil palms. At the same time a series of control samples will be made up with oil palms of normal appearance close to the previous ones. A second series could be

made with oil palms further away to be sure that no fertility gradient exists.

To obtain interpretable results, it is indispensable to make several repetitions (4 or 5) per pair of samples, « different oil palms » and « normal oil palms ».

In this case, the sampling period is less important, since the results of the analyses are compared with those of the normal oil palms taken the same day; great care should be taken in effect, that samples of the same pair are taken in the same conditions, on the same day.

IV. — PREPARATION AND CONDITIONING OF SAMPLES

The conditioning of samples, to ensure their conservation and their preparation with a view to laboratory analysis, is described in the « Conseils de l'I. R. H. O. », No. 170 (Oléagineux, 32, Marsh 1977, p. 95-99).

CONCLUSION

Leaf analysis is a very useful investigatory method, but great care should be taken over the conditions in which the samples are to be made up, so that the results are comparable in space and in time.

Sampling methods vary according to their purpose: periodical control of nutrition or special samplings.

R. OCHS and J. OLIVIN.

El diagnóstico foliar para el control de la nutrición de las plantaciones de palma de aceite — Toma de las muestras foliares

El diagnóstico foliar consiste en analizar hojas para determinar su contenido de elementos minerales y sacar el nivel de nutrición de la planta. Es un método de investigación rápida que puede aplicarse a superficies extensas. Ahora bien, a fin de poder explotar acerbamente los resultados de estos análisis, se necesita lo siguiente: la toma de muestras a analizar ha de someterse a reglas muy estrictas que describimos a continuación, las muestras han de ser bien caracterizadas; en esto hay que distinguir lo siguiente:

— las tomas de muestras para el control sistemático periódico de la nutrición de una plantación; tal control es anual generalmente, y tiene que ayudar a estudiar el nivel de nutrición de cada unidad (bloque, parcela o grupo de parcelas) y su evolución, considerando las fertilizaciones aplicadas los años anteriores;

— las tomas de muestras « especiales » o « orientadas », para el estudio de determinados aspectos particulares: confirmación de síntomas usuales de deficiencia, investigación de las causas de anomalías de desarrollo, ...

Según estas diversas orientaciones, el muestreo reunido será diferente.

O sea que porque ayuda a conocer mejor la nutrición de la plantación, el diagnóstico foliar (D. F.) permite establecer los programas de fertilización, pero a fin de tener una gestión más precisa y económica de la fertilización, es preferible que, como complemento del diagnóstico foliar, se pueda disponer en cada plantación de los resultados de experiencias de fertilización que permitirán especificar los contenidos óptimos en las hojas, considerando las condiciones ecológicas, la naturaleza y la edad de los palmerales como también las dosis de fertilizantes más rentables.

Esta experimentación tiene resultados precisos pero antes de generalizarlos a toda la plantación hay que tomar ciertas precauciones.

El D. F., que especifica la situación nutricional de las diversas unidades (bloques o parcelas), permite explotar acertadamente los resultados de la experimentación y definir las fertilizaciones más adaptadas a cada caso. O sea que estas dos estimaciones son complementarias.

I. — CONSTITUCIÓN DEL MUESTREO

1. — Elección de la hoja a tomar.

Considerando la existencia de gradientes en los contenidos según la edad de las hojas, se tomarán hojas del mismo rango a fin de poder comparar las diferentes muestras.

Por lo general se suele tomar un solo rango de hojas. Se eligió la hoja de rango 17 que es adulta, funcional y fácil de alcanzar. En los árboles jóvenes (2do o hasta 3er año de plantación), a falta de la hoja 17, se tomará la hoja 9.

Determinación del rango de la hoja: un ángulo de unos 135° separa dos hojas consecutivas de palma de aceite; las hojas forman una hélice que gira hacia la derecha o hacia la izquierda, para un observador situado delante del árbol y que mira a la hoja 1.

Llamamos hoja de rango 1 a la hoja más cercana a la flecha en la que la mayoría de los folíolos están completamente separados. Los folíolos inferiores pueden estar insertados en la vaina de las demás hojas.

En la figura 1 (D y G: derecha e izquierda) se da la posición esquemática de las secciones de hojas en un plano horizontal que corta toda la corona. Las hojas de categoría 4 y 6 siempre rodean la hoja 1 formando un ángulo de 45° de una parte y otra. La hoja 9 está debajo de la hoja 1, pero está ligeramente desviada hacia la hoja 4 (Fig. 2). Si la hoja 4 está a la izquierda del observador, la hélice gira hacia la izquierda, y si la hoja 4 está a la derecha, el sentido es hacia la derecha. O sea que primero hay que buscar el sentido de la hélice en cada palma, luego es fácil determinar rápidamente el rango de cualquiera hoja, y especialmente encontrar las hojas 9 y 17. En la figura 2 la hélice gira hacia la izquierda.

Así es cómo las bases de las hojas 1, 9, 17 y 25 se hallan situadas sobre una misma línea curva que se suele llamar espira (Fig. 1). Hay 8 espiras, y los números de rango de las hojas de una misma espira van de 8 en 8.

En el caso de árboles muy grandes, en los que es difícil identificar la hoja 1 y por lo tanto el rango de las demás, se puede determinar la hoja 17 porque el tercio inferior del raquis forma un ángulo de unos 45° con el estipe (Fig. 3). A esta hoja corresponde generalmente una joven inflorescencia todavía cerrada y de la que sólo se puede ver la extremidad (si es que no abortó).

2. — Elección de la época del muestreo.

Los contenidos varían en el transcurso del año principalmente bajo el efecto de las lluvias y de la heliofanía. O sea que es indispensable que el muestreo se lleve a cabo siempre en el mismo período climático, para que los resultados sean comparables de un año con respecto al otro.

Se optó por la estación seca, o también el período de menos pluviosidad en los países muy húmedos, porque es cuando los contenidos son más estables. Además las carencias potásicas (frecuentes para la palma) son más acusadas entonces.

La toma de muestras siempre debe efectuarse entre 7 y 11 horas de la mañana para evitar posibles diferencias en el contenido entre la mañana y la tarde.

Para evitar los riesgos de lixiviación de elementos minerales en la hoja, es mejor esperar 36 h después de una lluvia de más de 20 mm para tomar las muestras.

3. — Número de árboles a ser incluidos en el muestreo.

Los contenidos varían de un árbol al otro incluso dentro de líneas plantadas en un suelo homogéneo al parecer. O sea que una muestra tiene que reunir folíolos tomados de un número suficiente de árboles a fin de atenuar esta variación. **Los estudios mostraron diferencias frecuentes de 5 a 10 % entre los contenidos de varias muestras obtenidas de 25 árboles.** Incluso se puede limitar este número a 15 en determinados casos particulares (diagnósticos especiales, parcelas experimentales), dando una precisión aún mayor que en el laboratorio.

II. — MUESTRAS DE CONTROL PERIÓDICO

1. — Densidad de muestreo.

Por supuesto una muestra de 25 árboles será tanto más representativa cuanto más reducida la superficie plantada. O sea que teóricamente se debería elegir una fuerte densidad de tomas de muestras. Ahora bien, concretamente se tomará un término medio entre la precisión y el volumen de trabajo.

Por ejemplo unos estudios estadísticos realizados en diferentes situaciones de Costa de Marfil, mostraron lo siguiente :

— la mayor densidad estudiada (una muestra para 12,5 ha) es la que permite la mayor precisión ;

— la densidad óptima, o sea la que permite una precisión próxima a la del laboratorio, es de una muestra para 25 ha ;

— por regla general, la homogeneidad queda satisfactoria dentro de las parcelas de 50 ha, y todavía es aceptable en parcelas de 100 ha en la mayoría de las situaciones.

O sea que para los primeros dos años después de la plantación (n2 y n3), se recomienda tomar una muestra por unidad homogénea de unas 50 ha. Si la similitud resulta satisfactoria entre dos unidades próximas de 50 ha, luego se podrá limitar el muestreo en una sola muestra para 100 ha.

2. — Elección de los árboles que constituyen el muestreo.

Si no hay diferencias esenciales entre los diferentes tipos de suelo de la plantación (siendo este caso frecuente en los países tropicales — evolución ferralítica —), las unidades homogéneas serán definidas en el plano por parcelas (Fig. 4). Si al contrario los suelos son muy diferentes (por ejemplo terrazas aluviales y colinas graníticas) se debe tener en cuenta los límites entre tipos de suelos para determinar las unidades homogéneas, según lo indicado en la figura 5.

Después de identificadas las unidades homogéneas, **se debe elegir entre cada una de las mismas los 25 árboles más representativos** del estado medio de los árboles de cada unidad. Lo mejor sería elegir árboles dispersos en toda la superficie considerada (un árbol por fracción de 2 ha), pero esta técnica es difícil de aplicar concretamente (recorridos muy largos, avances difíciles) y no permite ver en el campo el universo de los árboles tomados. O sea que es preferible tomar árboles bastante agrupados sin incurrir en el exceso contrario.

Se recomienda escoger bien sea dos hileras Norte-Sur contiguas (entrelínea despejado en el caso de una plantación con apiles), entre dos carretables de recogida (normalmente 2 hileras x 26 árboles), o dos hileras situadas aproximadamente en 1/4 y 3/4 de la longitud Este-Oeste de la unidad.

Este método constituye un buen término medio, porque evita una dispersión excesiva de los árboles a tomar, y permite considerar los eventuales gradientes de fertilidad dentro de cada unidad.

La elección de dichas dos hileras se hará con mucho cuidado : tienen que ser representativas del aspecto medio de la unidad. Se debe procurar no escogerlas en situaciones particulares como por ejemplo colina más seca, o fondo de vaguada más húmedo que el resto de la unidad.

Sólo se tomarán las muestras foliares en una palma de cada dos, por hilera (12 x 2 = 24 palmas por muestra), exceptuando las palmas de la extremidad de la hilera (n° 1 y 26). Además antes de la toma de muestra se debe verificar cada palma que ha de ser sana y representativa ; si muestra cualquiera anomalía o si es una replantación, se elegirá la palma siguiente en la misma hilera.

Si se observan síntomas visuales de deficiencia en las palmas escogidas para las tomas de muestras, se describirán detalladamente dichos síntomas, especificando para cada muestra el número de árboles en que se observaron.

En tal caso también se puede reunir, además de la muestra media, una muestra formada únicamente por folíolos tomados en los árboles que ofrecen dichos síntomas. Se especificarán detalladamente las características de tales muestras, poniéndolas aparte en la remesa.

Se marcará con mucho cuidado las hileras y las palmas escogidas (mojones en la extremidad de la hilera, etiquetas en

los árboles), anotando la ubicación en los planos para que sea fácil encontrarlas de un año para otro. **Es que es preferible utilizar siempre los mismos árboles** en los chequeos periódicos.

III. — MUESTRAS ESPECIALES O ORIENTADAS

Las tomas de muestras especiales corresponden a diferentes objetivos.

1. — Control precoz de la nutrición mineral.

Puede ser útil conocer la nutrición mineral antes del segundo año de plantación. Por ejemplo, un diagnóstico foliar precoz puede orientar el programa de fertilización de una plantación establecida en suelos poco conocidos.

En tal caso **las tomas de muestras se harán a fines del primer año en la hoja de rango 4**, según las mismas modalidades, pero tratándose de un diagnóstico foliar de prospección, la densidad de las tomas de muestras podrá ser inferior.

2. — Confirmación de las muestras periódicas.

Las tomas de muestras periódicas se harán siempre en las mismas hileras en cada unidad homogénea. **Se podrá verificar la representatividad de dichas muestras por la constitución de una segunda muestra, tomada cada año de dos hileras más en algunas parcelas.** Las parcelas en que se haga dos muestreos cambiarán de un año a otro, y podrán representar poco más o menos la décima parte del número total de muestras periódicas.

3. — En el caso de ciertas carencias (magnesio y boro), hay una inversión de gradientes según la edad de las hojas. O sea que se puede tomar las hojas de rango 9 y 17 simultáneamente para verificar el sentido de gradientes cuando se sospecha la existencia de tales carencias.

4. — Estudio de anomalías.

Las palmas con caracteres diferentes de las « palmas normales » pueden presentarse en forma más o menos agrupada o dispersa dentro de cada unidad.

Estas diferencias tienen causas muy variables, pero algunas proceden de una menor fertilidad local de los suelos, que lleva a un desequilibrio de la nutrición mineral. O sea que en cuanto aparece un número cuantioso de palmas que difieren del resto de la unidad por el crecimiento, la coloración, la producción, el estado de sanidad, se debe hacer un diagnóstico foliar comparativo.

Bastará con reunir, para uno o varios grupos de 20 a 25 « palmas diferentes », muestras de uno o varios rangos de hojas (9, 17, 25 si es necesario), en la base de una muestra por rango de hoja en cada grupo de palmas. Paralelamente, se constituirá una serie de muestras testigos con palmas normales al parecer, próximas a las anteriores. Se podrá hacer otra serie con palmas más distantes para verificar que no existe ningún gradiente de fertilidad.

Para que se pueda interpretar los resultados, es indispensable efectuar varias repeticiones (4 o 5) en cada par, entre « palmas diferentes » y palmas normales.

En tal caso, la época de toma de muestra no tiene tanta importancia, porque se comparan resultados de análisis con los de palmas normales tomadas el mismo día ; en efecto, se debe procurar que dos muestras del mismo par sean tomadas en las mismas condiciones y el mismo día.

IV. — PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

En los « Conseils de l'I. R. H. O. » n° 170 (Oléagineux, 32, marzo 1977, p. 95-99), se describe el acondicionamiento de las muestras, para asegurar su conservación y preparación con vistas al análisis en laboratorio.

CONCLUSIÓN

El diagnóstico foliar es un método de investigación sumamente útil pero se debe tener cuidado con las condiciones de constitución de las muestras, para que los resultados sean comparables en el tiempo y en el espacio.

Las modalidades de muestreo varían según el objetivo que se prosigue : control periódico de la nutrición, o tomas de muestras especiales.

R. OCHS y J. OLIVIN.