

# Le diagnostic foliaire du cocotier

## INTRODUCTION

Le diagnostic foliaire consiste à mesurer les concentrations en éléments minéraux des feuilles et à les comparer à des niveaux critiques déterminés dans des expériences au champ. Par définition, un niveau critique est la teneur d'un élément en dessous de laquelle, une application de l'engrais correspondant, a toutes chances de provoquer une amélioration économique de rendement. Le diagnostic foliaire débouche donc, normalement sur, des préconisations de fumure rentables, ce qui correspond bien aux préoccupations des planteurs. C'est à l'heure actuelle, la méthode la plus facile et la plus précise pour l'étude de la nutrition minérale du cocotier et de sa fertilisation. Cette page pratique décrit comment sa mise en oeuvre, simple au demeurant, dans le cas de plantations villageoises ou industrielles, permettra d'obtenir des résultats précis et fiables.

## I. — L'ÉCHANTILLONNAGE

### 1.1 — Taille de l'échantillon

Pour être représentatif, l'échantillon doit correspondre à une cocoteraie homogène (même matériel végétal, âge identique ou aussi proche que possible, sols identiques ou comparables). Les études faites par l'IRHO ont permis de fixer l'échantillon de base à 25-30 cocotiers et à raison de 1 échantillon pour 50 à 100 hectares.

Pour les plantations villageoises, on prélève classiquement un échantillon par planteur, ce qui augmente le nombre des échantillons. Pour les plantations industrielles on délimite, en s'appuyant si possible sur la carte des sols, des secteurs homogènes de 50 hectares au jeune âge ou pour la période d'entrée en production (qui nécessite un suivi très précis de la nutrition minérale). Au-delà, le secteur DF (diagnostic foliaire) est de 100 hectares. A chaque secteur correspond 1 échantillon.

### 1.2. — Choix des arbres

Dans une petite cocoteraie, les arbres sont véritablement pris au hasard à l'intérieur de celle-ci. Dans une plantation industrielle, pour faciliter le contrôle des opérations on utilise souvent une méthode de prélèvement systématique. Par exemple, lignes 100, 101 et 102 utilisées systématiquement suivant le schéma de prélèvement donné dans la figure 1. Les arbres anormaux sur lesquels on tombe, sont bien entendus écartés.

### 1.3. — Marquage des arbres

Les arbres retenus sont marqués, ce qui est utile pour la vérification des prélèvements de l'année, puis le prélèvement sur les mêmes arbres l'année suivante. Dans certains cas, il peut être utile d'effectuer des observations complémentaires sur les arbres DF, telles que circonférence au collet, pourcentage d'arbres sexués ou charge de la couronne.

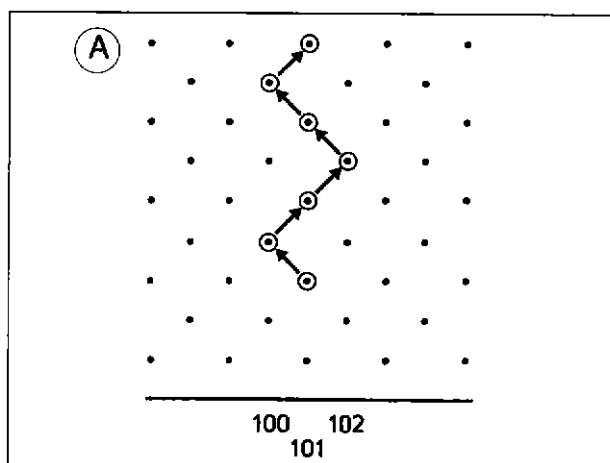


FIG. 1. — Exemple de prélèvement systématique — (Example of systematic sampling — Ejemplo de toma de muestras sistemática)  
 A = Lignes (Rows — Líneas)  
 ● = Arbre non prélevé (non-sampled tree — árbol sin toma de muestra)  
 → = Cheminement de l'opération (Operating direction — rumbo de la operación)  
 ⊙ = Arbre prélevé (Sampled tree — árbol con toma de muestra)

## II. — LE PRÉLEVEMENT SUR LES ARBRES

### 2.1 — La date

Il est indispensable de prélever toujours à la même période de l'année. On évite les saisons pluvieuses et on préfère en général prélever en début de saison sèche.

La date de prélèvement doit tenir compte également des délais d'analyse afin que les résultats puissent être utilisés pour établir les programmes de fumure dans les meilleurs délais. Signalons enfin que l'eau de pluie pouvant provoquer un lessivage des éléments minéraux de la feuille, on attendra au moins 36 heures après une pluie de 20 mm ou plus pour réaliser le prélèvement.

### 2.2 — La feuille à prélever

Dès que les arbres ont un nombre de feuilles suffisant, on prélève la feuille n° 14. On rappelle à ce sujet que les feuilles sont disposées sur cinq spires à environ 145° les unes des autres, ce qui correspond à une phyllotaxie 2/5 (Fig. 2). Il est relativement aisé de localiser la spire comportant les feuilles 4, 9 et 14. La feuille 9 supporte la plus grosse spathe non ouverte. Le sens de la spire, qui peut tourner à droite ou à gauche, est donné par la position des spathes ou des régimes par rapport aux feuilles qui les soutiennent. Par exemple, sur la photo n 1, la spathe étant située à gauche de la feuille 9, la spire tourne à gauche.

Il est bon de préciser également que la feuille 1 correspond à la plus jeune feuille (juste détachée de la flèche) et que la feuille 14 supporte en général une inflorescence avec des noix grosses comme le poing. Sur les arbres jeunes, on prélève d'abord la feuille 4, puis quand c'est possible la feuille 9.



PHOTO 1.



PHOTO 2.



PHOTO 3.

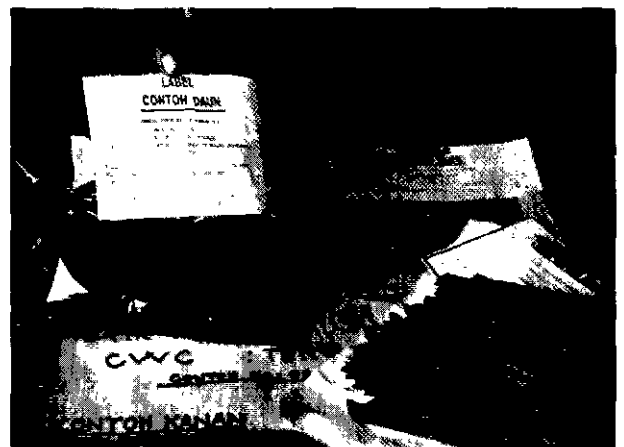
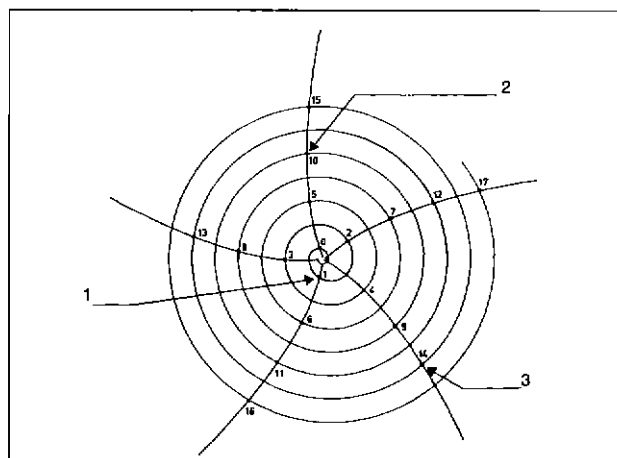


PHOTO 4.



**FIG. 2.** — Position schématique des feuilles du cocotier. Les spirales tournent vers la gauche. La feuille 14 se trouve à droite des feuilles 6, 11 et 16 — (Diagram of coconut leaf positions. The spirals turn to the left. Leaf 14 is to the right of leaves 6, 11 and 16) — Posición esquemática de las hojas del cocotero. Las espirales giran hacia la izquierda. La hoja 14 se encuentra a la derecha de las hojas 6, 11 y 16)

- 1 = 1ère feuille épanouie (1st open leaf — la hoja desarrollada)  
 2 = Inflorescence ouverte (Open inflorescence phase — inflorescencia abierta fase ♂)  
 3 = Feuille D.F. (L.A. leaf — Hoja D.F.)

### 2.3 — Prélèvement des folioles

Sans couper la feuille, on prélève 6 folioles intactes dans la partie centrale du limbe, à raison de 3 à droite et 3 à gauche. Si les arbres sont hauts, on utilise le plus souvent une faucille de récolte. Les folioles ramassées au sol sont regroupées en un seul paquet, soigneusement lié et étiqueté à la fin de la constitution de l'échantillon.

## III. — PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON

### 3.1. — Préparation des folioles

De chaque foliole, on ne conserve qu'un fragment d'une dizaine de centimètres prélevé dans la partie centrale. On élimine les bords marginaux de chaque foliole (2 mm environ), ainsi que la nervure centrale (photos n° 2 et 3). On sépare ainsi chaque segment de foliole en deux parties homologues et distinctes. Une partie (par exemple la droite) sera envoyée pour analyse au laboratoire, et l'autre constituera un double de sécurité conservé au sec après conditionnement complet.

En tout état de cause, les folioles sont alors nettoyées à l'aide d'un coton ou d'un tissu neutre imbibé d'eau distillée, puis essuyées très soigneusement.

### 3.2. — Étiquetage

L'étiquetage provisoire fait au champ est remplacé par un étiquetage définitif normalisé. Celui-ci doit donner toutes les informations utiles sur la date, le lieu de prélèvement et ses conditions, ainsi que l'état de la parcelle observé lors du prélèvement.

### 3.3. — Séchage

Les échantillons, bien identifiés par les étiquettes, sont alors mis à sécher dans une étuve ordinaire à 70-80°C pendant une dizaine d'heures. Il est important d'éviter les mélanges d'échantillons au cours des manipulations de séchage. A cet effet, les échantillons peuvent par exemple être isolés dans des sachets en tissu. Les étuves peuvent fonctionner à l'électricité ou au gaz. Il est possible également d'utiliser pour le séchage des ampoules électriques de 250 W.

### 3.4. — Conditionnement final et expédition

Les folioles, bien séchées, sont regroupées par échantillon avec l'étiquette correspondante. On peut lier les folioles entre elles avec un bracelet de caoutchouc qui maintient l'étiquette en place. Mieux encore, on peut placer l'étiquette et les folioles dans un sachet plastique qui est ensuite soudé (photo n° 4).

On peut alors procéder à l'expédition des lots d'échantillons vers le laboratoire d'analyses.

**Remarque.** — le Diagnostic Foliaire peut être aussi une méthode de travail très utile pour l'étude de problèmes particuliers. Par exemple, si dans une plantation on observe des anomalies telles que jaunissement de certains arbres, il peut être intéressant de constituer un échantillon prélevé sur des arbres jaunes à comparer avec un échantillon pris sur des arbres normaux. Ce choix étant fait, on procède ensuite comme indiqué dans cette page pratique.

G. de TAFFIN et F. ROGNON

Photos : R. BOURGOING

# Coconut leaf analysis

## INTRODUCTION

Leaf analysis consists in measuring nutrient contents in the leaves and comparing them with critical levels determined in field experiments. By definition, the critical level is the nutrient content below which corresponding fertilizer applications have every likelihood of resulting in economically improved yields. Leaf analysis therefore generally leads to cost-effective fertilizer recommendations, which respond well to grower requirements. It is currently the easiest and most accurate method for studying coconut mineral nutrition and fertilization. This advice note describes how its implementation, which is in fact simple, will produce accurate and reliable results in smallholder or commercial plantations.

### I. — SAMPLING

#### I.1. — Sample size

In order to be representative, the sample should correspond to a uniform coconut grove (same planting material, same age, or as near as possible, identical or similar soils). The studies carried out by IRHO fixed the basic sample size at 25-30 trees with 1 sample for every 50 to 100 hectares.

One sample is generally taken per grower in the smallholder sector, which increases the number of samples. In commercial plantations, uniform 50 ha sectors are marked out - based on the soil map, if possible - for immature trees or the start of production (which calls for very close mineral nutrition monitoring). Thereafter, 100-ha LA (Leaf Analysis) sectors are used. One sample is taken from each sector.

#### I.2. — Tree choice

In small plantations, the trees are really chosen at random. A systematic sampling system is often used in commercial plantations, to facilitate work follow-up. For example, rows 100, 101 and 102, used systematically following the sampling plan given in Figure 1. Any abnormal trees are obviously excluded.

#### I.3. — Tree marking

The trees chosen are marked, which is useful when checking the samples for a given year and when sampling the same trees the following year. In certain cases, further observations can be made on the LA trees, such as girth, percentage of trees in flower or crown load.

### II. — SAMPLING

#### 2.1. — Date

It is essential always to sample at the same time of year. The rainy season should be avoided, and the best time is generally at the start of the dry season.

The sampling date should also take account of the time taken to analyse samples, so that the results can be used to draw up fertilizer programmes in good time. It should be noted that as rainwater can leach nutrients from the leaf, it is necessary to wait for 36 hours before sampling after rainfall of 20 mm or more.

#### 2.2. — Leaf sampled

Once the tree has enough leaves, Leaf 14 is sampled. It is worth remembering that the leaves grow in five spirals at 145° intervals, corresponding to 2/5 phyllotaxy (Fig. 2). It is relatively easy to locate the spiral comprising leaves 4, 9 and 14. Leaf 9 supports the

largest unopened spathe. The direction of the spiral, which can turn either right or left, is given by the spathe or bunch position in relation to the leaves supporting them. For example, in Photo N° 1, as the spathe is to the left of Leaf 9, the spiral turns to the left.

It is also worth remembering that Leaf 1 corresponds to the youngest leaf (just detached from the spear), and that Leaf 14 generally supports an inflorescence with nuts the size of a fist. On young trees, Leaf 4, then when possible Leaf 9 is sampled.

#### 2.3. — Leaflet sampling

Without cutting the leaf, 6 leaflets are cut, 3 on either side, from the central part of the lamina. If the trees are tall, a harvesting knife is used. The leaflets are picked up off the ground and tied in a single bundle, which is labelled once the sample is complete.

### III. — SAMPLE PREPARATION

#### 3.1. — Leaflet preparation

Only a 10-centimetre fragment taken from the centre of the leaflet is kept. The edges of each leaflet (around 2 mm) and the central vein (photos 2 and 3) are eliminated. Each leaflet segment is thus split into two similar but separate parts. One part (for example, the right) is sent to the laboratory for analysis, and the other is kept as a duplicate, wrapped and stored in a dry place as a precaution. In any event, the leaflets are cleaned using cotton wool or a piece of undyed cloth soaked in distilled water, then dried very carefully.

#### III. — LABELLING

The initial label attached in the field is replaced by a definitive, standard label giving all the necessary information on the date, sampling site and conditions, and the condition of the plot observed at the time of sampling.

#### 3.3. — Drying

Once the samples have been clearly labelled, they are placed in a drying oven at 70-80°C for around ten hours. It is important to avoid mixing the samples during drying. To this end, the samples can be isolated in fabric bags. The ovens can operate on electricity or gas. It is also possible to use 250 W electric bulbs for drying.

#### 3.4. — Final packing and despatch

Once dried, the leaflets are again grouped together as a sample, and the corresponding label attached. The leaflets can be attached with an elastic band to keep the label in place, or better still, the label and the leaflets can be placed in a plastic bag which is then sealed (photo 4). The sample batches can then be sent to the analysis laboratory.

**Comment** — Leaf analysis can also be a very useful work tool for studying specific problems. For example, if abnormalities such as yellowing are observed on certain trees in a plantation, it can be useful to take a sample from trees suffering from yellowing and compare it with a sample from healthy trees. Once the choice has been made, the procedure given in this note is followed.

G. DE TAFFIN and F. ROGNON

Photos: R. BOURGOING

# Diagnostico foliar del cocotero

## INTRODUCCION

El diagnóstico foliar consiste en medir las concentraciones de elementos minerales de las hojas y compararlas con los niveles críticos previamente determinados mediante las experiencias realizadas en el campo. Por definición, un nivel crítico es el contenido de un elemento por debajo del cual una aplicación del abono apropiado tiene todas las posibilidades de causar una mejora económica del rendimiento.

El diagnóstico foliar conduce normalmente a establecer unas precontenciones de fertilizante rentables, lo que corresponde claramente a las expectativas de los plantadores. Actualmente es el método más fácil y más preciso para el estudio de la nutrición mineral del cocotero y de su fertilización. Esta Hoja Práctica describe la realización del diagnóstico foliar que es por lo demás sencilla, tanto en las plantaciones campesinas como en las industriales, teniendo en cuenta que su adecuada ejecución permitirá obtener resultados precisos y fiables.

## I. — TOMA DE MUESTRAS

### 1.1. — Tamaño de la muestra

Para que una muestra sea representativa tiene que corresponder a un cocotal homogéneo (un mismo material vegetal, igual edad o lo más aproximada posible, suelos idénticos o comparables). Los estudios realizados por el I.R.H.O. han permitidos establecer la muestra de base entre 25 y 30 cocoteros y a razón de 1 muestra por cada 50 a 100 hectáreas.

Para la plantaciones campesinas, tradicionalmente se toma una muestra por plantador, lo que aumenta el número de muestras. Para las plantaciones industriales, y si es posible en función del mapa de los suelos, se escogen sectores homogéneos de 50 hectáreas con cocoteros jóvenes o en período de entrada en producción (que exige un seguimiento muy preciso de la nutrición mineral). Fuera de esta edad, el sector DF (diagnóstico foliar) es de 100 hectáreas. A cada sector corresponde 1 muestra.

### 1.2. — Elección de los árboles

En un pequeño cocotal los árboles se eligen totalmente al azar. En una plantación industrial, a menudo se recurre a un método de toma de muestras sistemática con el objeto de facilitar el control de las operaciones. Así por ejemplo, las líneas 100, 101 y 102 se utilizaron sistemáticamente según el esquema de muestras que aparece en la figura 1. Como es natural, no se consideran los árboles anormales que se encuentran en esas líneas.

### 1.3. — Marcado de los árboles

Los árboles elegidos se marcan con el objeto de facilitar la verificación de las muestras del año, así como de la toma de muestras que se efectuarán en esos mismos árboles al año siguiente. En algunos casos puede ser útil efectuar observaciones adicionales en los árboles DF, tales como la circunferencia del cuello, porcentaje de árboles sexados o carga de la corona.

## II. — TOMA DE MUESTRAS EN LOS ARBOLES

### 2.1. — Fecha de realización

Es indispensable que siempre se lleve a cabo la toma de muestras en el mismo período del año. Se evita efectuarlas en las estaciones lluviosas, prefiriéndose generalmente tomar las muestras al comienzo de la estación seca.

La fecha de la toma debe considerar también el tiempo que requiere la ejecución del análisis, de forma que los resultados puedan ser utilizados para establecer los programas de fertilización en los mejores plazos. Por último, conviene señalar que el agua de lluvia puede provocar el lavado de los elementos minerales de la hoja, por tanto hay que esperar como mínimo unas 36 horas después de una lluvia de 20 mm o más para tomar las muestras.

### 2.2. — Hoja de muestra

En cuanto los árboles tienen un número de hojas suficiente se saca la hoja nº 14. Cabe recordar al respecto que las hojas están dispuestas

en cinco espiras a unos 145° entre sí, lo que corresponde a una filotaxis 2/5 (Fig. 2). La localización de la espira que contiene las hojas 4, 9 y 14 es relativamente fácil. La hoja 9 soporta la mayor espata sin abrir. El sentido de la espira, que puede girar a la derecha o a la izquierda, lo proporciona la posición de las espatas o de los racimos con respecto a las hojas que los sostienen. Por ejemplo, en la foto nº 1, como la espata está situada a la izquierda de la hoja 9, la espira también gira a la izquierda. Asimismo conviene recordar que la hoja 1 corresponde a la hoja más joven (apenas separada de la flecha) y que la hoja 14 soporta generalmente una inflorescencia con nueces del tamaño de un puño. En los árboles jóvenes se saca primero la hoja 4 y en cuanto es posible se retira la hoja 9.

### 2.3. — Toma de muestras de folíolos

Sin cortar la hoja se sacan 6 folíolos intactos de la parte central del limbo, a razón de 3 a la derecha y 3 a la izquierda. Si los árboles son altos se utiliza a menudo una hoz de cosecha. Los folíolos recogidos del suelo se agrupan en un solo paquete, amarrándolo bien y poniéndole su correspondiente etiqueta una vez que se ha constituido la muestra.

## III. — PREPARACION DE LA MUESTRA

### 3.1. — Preparación de los folíolos

De cada folíolo se conserva únicamente un fragmento de unos diez centímetros que se saca de la parte central. Se elimina los bordes extremos de cada folíolo (unos 2 mm) y la nervadura central (fotos nº 2 y 3). De esta manera se separa cada segmento de folíolo en dos partes homólogas y distintas. Una parte (por ejemplo la derecha) será enviada para ser analizada en el laboratorio y la otra constituirá un duplicado de seguridad que se conservará en lugar seco después de su completo acondicionamiento. En cualquier caso, los folíolos deben limpiarse primero con un algodón o un paño neutro empapado con agua destilada, y luego se secan cuidadosamente.

### 3.2. — Etiquetado

El etiquetado provisional efectuado en la plantación se reemplaza por uno definitivo y normalizado. La etiqueta debe indicar todas las informaciones útiles sobre la fecha, el lugar y las condiciones de toma de la muestra, así como el estado en que se encontraba la parcela cuando se efectuó la muestra.

### 3.3. — Secado

Una vez que las muestras están bien identificadas con sus etiquetas, se ponen a secar en una estufa corriente a 70-80° durante unas diez horas. Es importante evitar que las muestras se mezclen durante las operaciones de secado, para lo cual se puede poner por ejemplo cada muestra en una bolsa de tela. Las estufas pueden ser eléctricas o de gas. También es posible usar bombillas eléctricas de 250 Watts.

### 3.4. — Acondicionamiento final y expedición

Después que los folíolos están bien secos se agrupan por muestra con su etiqueta correspondiente. Se puede atar los folíolos con una correa de goma que sujete bien la etiqueta. La mejor solución es colocar la etiqueta y los folíolos en una bolsa de plástico que se cierra mediante soldadura en caliente (foto nº 4). Seguidamente se puede efectuar la expedición de los lotes de muestras a los laboratorios de análisis.

**Observación** — El Diagnóstico Foliar también puede ser un método de trabajo muy útil para el estudio de problemas específicos. Así por ejemplo, si en una plantación se observa anomalías tales como el amarilleo de algunos árboles, puede ser interesante constituir una muestra sacada de árboles amarillos para compararla con una muestra de árboles sanos. Después de decidir al respecto, se procede según las instrucciones explicadas en esta Hoja Práctica.

G. DE TAFFIN y F. ROGNON

Fotos : R. BOURGOING