

Contribution à l'étude pratique du diagnostic foliaire du caféier Excelsa

J. P. COLONNA

*Chef de la Section de Nutrition des Plantes
du Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko
(IRAT-IFCC)*

L'analyse foliaire permet de connaître l'état minéral d'une plante, ou d'un ensemble de plantes, à un moment donné. Une nutrition minérale satisfaisante dépend de la bonne alimentation hydrique et minérale de la plante et joue un rôle, à côté d'autres processus physiologiques, dans l'obtention de rendements convenables chez les plantes cultivées.

La relation entre nutrition minérale et production est évidemment de forme complexe, mais il est certain qu'on ne peut enregistrer de bonnes productions si l'état minéral des arbres est mauvais.

On détermine les taux normaux des divers éléments minéraux dans les feuilles, soit par des études en cultures artificielles, soit par de nombreuses analyses foliaires effectuées sur des arbres en bonne santé, ne présentant aucun symptôme visuel de déficience et donnant une bonne production.

CHOIX DE LA FEUILLE A PRÉLEVER

Plantation de jeunes Excelsa, Dembia (R. C. A.).

Cl. Colonna

En réalité, ces taux sont déterminés pour la catégorie de feuilles qui reflète le mieux l'état minéral de l'arbre. Ainsi, pour le caféier Excelsa, **on s'adressera à la troisième feuille des ramifications primaires ou des ramifications secondaires âgées.** Ces deux sortes de ramifications sont chez le *C. excelsa* extrêmement comparables ; elles portent en général le même nombre de feuilles et des fructifications identiques. Entre les troisièmes feuilles de ces deux sortes de ramifications, il n'y a pas de différences significatives dans le chimisme foliaire et les différences constatées sont, par exemple, moins importantes que celles enregistrées entre troisièmes et deuxièmes



feuilles des ramifications primaires, ou troisièmes feuilles des ramifications primaires et troisièmes feuilles des ramifications tertiaires.

Notons que les feuilles doivent être prélevées sur **les ramifications situées dans les deux quarts moyens de la hauteur de l'arbre.**

Si une catégorie de feuilles reflète mieux que les autres l'état minéral de l'arbre, avec un minimum de variations individuelles, c'est qu'elle est représentée par des feuilles au stade adulte, ayant terminé ou presque leur propre croissance, travaillant activement au profit de la plante et n'atteignant pas encore le stade de sénescence, caractérisé en particulier par l'accumulation du calcium.

Remarquons que la quatrième feuille des ramifications précédentes présente des teneurs en éléments minéraux très proches de celles des troisièmes feuilles, toutefois les variations individuelles nous y sont apparues un peu plus importantes ; notre choix s'est donc porté sur la troisième feuille qui, dans les conditions rencontrées en RCA, est en général adulte.

Les feuilles sont **décomptées à partir de l'extrémité libre du rameau.**

Sur un caféier Excelsa conduit en monocaulie, les ramifications primaires sont les branches qui partent du tronc et les ramifications secondaires âgées sont celles qui partent de la moitié, proche du tronc, des ramifications primaires.

Dans ces troisièmes feuilles, les taux des divers éléments minéraux correspondant aux conditions de production existant en RCA ont été à peu près déterminés. En analysant un échantillon de troisièmes feuilles représentant une plantation donnée, il est permis de voir si les teneurs en éléments minéraux de cet échantillon sont comparables, plus faibles ou plus élevées que les normes établies. Par un apport d'éléments minéraux sous forme d'engrais, on pourra essayer de rendre plus normale la nutrition minérale actuelle de l'arbre et ainsi agir sur la production. L'effet des engrais sera perceptible dans les modifications provoquées du chimisme foliaire. Ainsi, l'analyse des feuilles, après avoir servi d'une part à établir les défauts de la nutrition minérale de la plante et, d'autre part, à déterminer un traitement correctif efficace, permet de suivre les effets de ce traitement et, éventuellement, de procéder aux ajustements nécessaires.

MODALITÉS DE PRÉLÈVEMENT

Cette méthode du diagnostic foliaire (D. F.) peut, dans sa mise en œuvre, se décomposer en trois phases :

- 1) le prélèvement,
- 2) les analyses,
- 3) l'interprétation.

Les analyses étant effectuées dans les laboratoires spécialisés, se tenant au courant des méthodes nouvelles, aucun problème ne se pose à ce sujet.

L'interprétation est en général effectuée par un spécialiste ; elle est possible :

— d'une part, si les échantillons sont accompagnés d'un certain nombre de renseignements, d'où l'utilisation recommandée d'une fiche de renseignements,

— d'autre part, si le prélèvement de feuilles a été réalisé selon des normes précises, de façon que les divers échantillons soient comparables.

Nous donnerons un modèle de fiche de renseignements (p. 268), mais il importe de voir en détail les modalités du prélèvement et les écueils que l'on doit éviter.

1. — Epoque du prélèvement

Deux principes sont à respecter :

— d'une part, le prélèvement doit être réalisé aux époques du cycle végétatif qui sont le plus en relation avec la future récolte, c'est-à-dire pendant la croissance active du bois et pendant la floraison. Le caféier Excelsa fleurit sur le vieux bois, toutefois le bois de l'année portera la plus grande partie des fructifications ;

— d'autre part, il convient de se placer à une époque de l'année où les variations individuelles du chimisme foliaire sont moindres et où les valeurs du chimisme foliaire sont stables et comparables d'une année sur l'autre. Il nous faut ici préciser notre pensée : dans le sud de la RCA, la saison des pluies s'étend de mars à novembre. Toutefois, cette saison des pluies s'installe en mars, plus ou moins rapidement ; elle n'atteint pas son plein régime toujours de la même façon et il existe, en général, ce que CHABRA appelle l'intersaison ou présaison des pluies. Cette intersaison est caractérisée par des oscillations du front intertropical (FIT), limite entre les masses d'air humide de la mousson et les masses

d'air sec de l'harmattan. Cette limite progresse irrégulièrement vers le Nord. L'air de mousson venant du Sud, au fur et à mesure de sa progression vers le Nord, la saison des pluies s'installe sur l'ensemble du territoire. Cette présaison des pluies de durée variable est caractérisée par de fortes variations d'humidité et de température, un temps lourd, des chutes de pluies violentes, courtes et irrégulières. Cette période correspond à la reprise d'une vie végétale plus active et s'accompagne d'une augmentation des teneurs en éléments minéraux des feuilles, principalement pour l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium. Cette augmentation est bien visible chez le caféier Excelsa. Toutefois, cette augmentation peut ne pas être continue et se faire en « dent de scies », plus ou moins calquées sur les oscillations du FIT, sur les avances et les reculs momentanés de l'air de mousson. De même, d'une année sur l'autre, cette augmentation prend des allures très diverses. Lors de prélèvements durant cette période, on peut, suivant le lieu et l'année, tomber sur des stades très différents de cette augmentation. Les résultats du D. F. obtenus à cette époque seraient donc difficilement comparables d'une année à l'autre. Par contre, durant la pleine saison des pluies ou la pleine saison sèche, époques de stabilité pour les conditions climatiques, les équilibres du chimisme foliaire sont fixés à des niveaux relativement plus stables, quoique différents.

Pour tenir compte des deux principes précédents, et pour pouvoir comparer utilement les résultats du diagnostic foliaire d'un lieu à l'autre et d'une année sur l'autre, **il convient d'effectuer les prélèvements de feuilles soit en juillet, époque de la pleine saison des pluies, où la croissance du bois est encore active, soit en janvier, époque de la floraison et de la pleine saison sèche.** Notons que des prélèvements effectués en juillet 1963 ou en janvier 1964 ne donnent d'indications utiles que pour la récolte de janvier 1965. Durant toute la saison des pluies 1964, on pourra essayer de modifier l'état minéral de l'arbre par épandages d'engrais. Cette modification de la nutrition minérale de l'arbre, si elle se répercute déjà sur la récolte de janvier 1965, sera reconnue lors des prélèvements foliaires de janvier 1965 ; ceci permettra de poursuivre l'effort de correction, lequel se révélera réellement payant lors des récoltes suivantes. Ceci revient à dire que l'action des engrais, contrôlée par le diagnostic foliaire de janvier, doit non pas être épisodique et porter sur une ou deux années, mais être poursuivie plus longtemps et régulièrement.

Bien que deux époques soient possibles pour le diagnostic foliaire (3), nous préférons effectuer les prélèvements de feuilles au moment de **la floraison, c'est-à-dire durant le mois de janvier en RCA.** En effet, nous avons pu vérifier sur le *C. robusta* (2) que

les corrélations entre chimisme foliaire et production sont plus étroites pour les prélèvements effectués au moment de la floraison (décembre), que pour les autres prélèvements. D'ailleurs, les spécialistes du diagnostic foliaire du *C. robusta* (4), en particulier FORESTIER (5), tiennent compte généralement du diagnostic foliaire de décembre.

2. — Conditions du prélèvement

Un second impératif permettant l'interprétation des analyses de feuilles est d'être certain que le prélèvement ait été effectué dans des conditions identiques à celles respectées lors des études de bases, ayant servi à établir les normes de composition minérale des feuilles. Pour cela, **le prélèvement devra être réalisé entre huit et dix heures du matin. Durant les quarante-huit heures précédant le prélèvement, il ne doit pas être tombé plus de cinq millimètres d'eau.**

3. — Constitution de l'échantillon

L'échantillon doit présenter une masse végétale assez importante, de façon que la poudre obtenue après broyage et tamisage soit bien homogène et en quantité suffisante pour les divers dosages. Si l'on veut obtenir un échantillon représentatif d'un bloc homogène de la plantation, on peut s'adresser à un certain nombre d'arbres. Si le nombre d'arbres augmente, on obtiendra une représentation plus précise du bloc. Si l'on fait plusieurs prélèvements sur ce même bloc, dans les mêmes conditions, on pourra considérer que chacun des prélèvements est réellement représentatif du bloc si la variation entre les divers prélèvements n'est pas trop élevée. Ainsi, pour l'Excelsa, des échantillons de quatre-vingts feuilles prélevées sur quarante arbres d'une parcelle homogène d'un hectare devraient montrer des variations de l'ordre de 10 % de la valeur moyenne des divers échantillons. Sur un hectare homogène, un prélèvement de cent « troisièmes » feuilles sur cent arbres, à raison d'une feuille par arbre, peut être considéré comme réellement représentatif de cet hectare. Si la parcelle que l'on désire tester ne comporte pas cent arbres, on aura toujours intérêt à avoir cent feuilles dans l'échantillon, quitte à en prélever deux par arbre, sur cinquante arbres, ou quatre par arbre, sur vingt-cinq arbres ; des parcelles de ce genre peuvent se rencontrer par exemple sur des essais d'engrais en station, les causes de variations individuelles sont alors réduites au minimum, mais chaque arbre doit, dans ce cas, être représenté dans l'échantillon (1).

Si le bloc **homogène** que l'on désire tester a une superficie supérieure à un hectare, on doit considérer que la variabilité est la même pour chaque hectare du bloc homogène. En effet, plusieurs prélèvements de cent feuilles effectués sur un bloc d'un hectare ou sur un bloc de plusieurs hectares identiques au précédent, ne montreront pas des variabilités très différentes. **Toutefois, nous pensons qu'un échantillon de cent feuilles prélevées sur cent arbres ne doit pas représenter un bloc d'une superficie supérieure à vingt-cinq hectares.** La plantation, si elle est homogène, doit donc être divisée en blocs de vingt-cinq hectares, il y aura autant d'échantillons de cent feuilles que de blocs de vingt-cinq hectares.

Les cent arbres du bloc doivent évidemment être répartis sur l'ensemble du bloc ; on peut choisir chaque arbre au hasard (tirage au sort ou tables de chiffres au hasard) ou, ce qui est plus simple, choisir le premier arbre au hasard et prélever ensuite sur des arbres régulièrement espacés le long des lignes de la plantation, pour revenir jusqu'à l'arbre origine.

4. — Nombre de prélèvements sur une plantation

Le cas d'une plantation homogène vient d'être évoqué. Il suffira de la diviser en blocs de vingt-cinq hectares. Il y aura autant d'échantillons de cent feuilles que de blocs de vingt-cinq hectares. Il n'est pas utile dans ce cas d'avoir plusieurs échantillons par bloc de vingt-cinq hectares.

Lorsque la plantation présente des parties dissemblables, il importe d'avoir un ou plusieurs échantillons pour chacune des zones différentes ; à l'intérieur de chacune de ces zones, les caféiers présenteront une certaine homogénéité. En effet, si l'on désire éliminer le plus possible les variations individuelles des arbres sur une parcelle homogène, en prélevant les feuilles sur un assez grand nombre d'arbres pour que ces variations se compensent, on désire, par contre, bien mettre en évidence les variations générales entre parcelles ou entre plantations, qui seraient entraînées par des conditions culturales ou des conditions de milieu différentes. Si l'on mélange des feuilles d'une parcelle à bonne nutrition azotée avec des feuilles d'une parcelle carencée en azote, on trouvera à l'analyse un taux d'azote moyen et on en conclura que l'échantillon représente une plantation où la nutrition azotée est à peu près normale, ce qui est évidemment faux. C'est ainsi qu'il faudra tenir compte de l'âge des arbres : sur une plantation très homogène au point de vue sol, origine des plants, taille et conduite des arbres, etc..., mais qui a été plantée en deux temps

à quelques années d'intervalle, il faudra évidemment un ou une série d'échantillons pour la partie la plus âgée, un ou une série d'échantillons pour la partie la plus jeune. Il en est de même si une partie de la plantation a déjà reçu des engrais, etc...

Compte tenu de ces quatre impératifs, le prélèvement peut être effectué et il restera ensuite à le préparer pour l'expédier au laboratoire d'analyse.

5. — Préparation de l'échantillon

Dès prélèvement de l'échantillon, il faut nettoyer les feuilles. Si la plantation a été traitée par pulvérisation de produits insecticides, ou autres, sur le feuillage, il convient d'essuyer chaque feuille avec un linge propre légèrement humecté d'eau. Ensuite, il faut essuyer ces feuilles avec un linge sec. Si la plantation n'a pas été traitée et s'il n'y a pas trop de poussière sur les feuilles, l'utilisation d'un chiffon propre et sec est suffisante.

Puis l'échantillon doit être immédiatement pesé pour déterminer son poids frais ; on doit connaître exactement le nombre de feuilles.

L'échantillon est ensuite séché, le plus rapidement possible. Le séchage doit se faire à l'étuve ou dans un séchoir à infrarouge. Si l'on ne dispose pas de ces appareils, on peut utiliser la méthode suivante préconisée par FORESTIER au centre de Boukoko : sur un réchaud à pétrole ou autre, on place une plaque de tôle ; l'échantillon est placé dans une boîte d'aluminium que l'on met sur la plaque de tôle. Les feuilles ne doivent pas être calcinées et il est nécessaire de modifier plusieurs fois leur position dans la boîte d'aluminium. On peut utiliser une variante à cette méthode : un treillis ou une grille métallique à mailles très larges est disposée au-dessus de la plaque de tôle, les feuilles sont posées sur cette grille sur une seule épaisseur ; on doit prendre soin de ne pas laisser se calciner les parties des feuilles en contact avec le treillis métallique. Cette méthode n'est valable que si l'on désire procéder aux analyses des éléments majeurs, pour les oligoéléments et principalement pour le fer elle n'est pas valable. Si l'on désire connaître les teneurs en oligoéléments, il vaut mieux procéder au séchage dans des boîtes d'aluminium enduites intérieurement d'un vernis inerte (on trouve ces boîtes dans le commerce de même que l'on peut trouver des étuves portatives à pétrole).

Une fois les feuilles séchées, il faut les peser pour déterminer le poids sec (PS).

Ensuite, il faut procéder à l'expédition des échantillons au laboratoire d'analyse. Chaque échantillon doit être affecté d'un numéro et d'une mention d'origine, que l'on doit retrouver à l'extérieur de

l'emballage, et à l'intérieur sur une petite fiche en carton.

L'emballage peut être soit un sac en toile forte ou en polyéthylène fermé par soudure électrique avec une pince spéciale, soit une boîte d'aluminium. Il n'est pas très grave que certaines feuilles soient brisées. L'ensemble des sacs ou des boîtes est rangé dans une petite caisse en bois léger ou même en carton. L'expédition du colis ainsi préparé au laboratoire d'analyses doit se faire immédiatement, par les voies les plus rapides. Les feuilles de renseignements doivent être jointes aux différents échantillons dans ce colis et porter mention des mêmes numéros et indications d'origine.

6. — Fiche de renseignement

Elle peut être établie selon le modèle ci-contre. L'aspect des arbres et les symptômes éventuels de déficience doivent être décrits avec le maximum de précision, surtout si les arbres n'ont pas un développement normal. La pratique de la couverture du sol étant recommandée, on doit indiquer quelle plante est utilisée à cet effet. De même, il faut indiquer si la plantation a été établie sur savane ou après abattage de la forêt, et dans ce cas si l'on a procédé au débardage ou au brûlis sur place. Enfin,

il est nécessaire d'indiquer l'âge des arbres, ou la date de plantation, et de donner des indications même sommaires et non chiffrées, sur l'importance de la ou des récoltes passées.

DIAGNOSTIC FOLIAIRE

Fiche de Renseignements

Nom de la plantation, origine :
 Nature de la plantation :
 Nom du planteur, ou du gérant :
 Numéro de l'échantillon :
 Parcelle où l'échantillon a été prélevé :
 Poids frais de l'échantillon :
 Nombre de feuilles de l'échantillon :
 Nombre d'arbres ayant servi au prélèvement :
 Poids sec de l'échantillon :
 Date de prélèvement de l'échantillon :
 Date de la dernière pluie avant le prélèvement :
 Hauteur d'eau de cette dernière pluie :
 Aspect des arbres :
 Aspect des feuilles :
 Date de plantation de la parcelle :
 Age des arbres :
 Mode d'ouverture :
 Couverture du sol :
 Importance des précédentes récoltes sur cette parcelle avec indication des années :
 Cette parcelle a-t-elle reçu des engrais ?
 Précisez nature, doses, dates d'épandages :
 Est-ce qu'un ombrage existe sur cette parcelle ?
 Précisez l'importance :
 Quel est le but de l'analyse demandée ?

CHIMISME FOLIAIRE DU CAFÉIER EXCELSA, normes provisoires permettant l'interprétation des résultats d'analyses foliaires

Les normes que nous indiquerons, pour les teneurs des feuilles en éléments minéraux majeurs, correspondent à des productions normales. Elles sont qualifiées de provisoires, car ces recherches n'ont été entreprises que vers la fin de 1960 et certains essais n'ont pas encore donné tous leurs résultats.

1. — Cas d'arbres adultes en production (6 ou 7 ans) (tableaux 1 et 2)

Nous donnons ici les teneurs en éléments minéraux des troisièmes feuilles d'arbres âgés d'au moins six à sept ans. Pour des arbres un peu plus âgés, les normes des troisièmes feuilles sont peu différentes. Il existe très peu de vieilles plantations en RCA et le cas présent est le plus courant.

TABLEAU 1

Chimisme foliaire du caféier Excelsa, teneurs exprimées en % du poids sec (3^{èmes} feuilles, arbres adultes)

| mois éléments | Déc. | Janv.- Fév. | Juin- Juill. | Oct. |
|------------------|------|----------------|-----------------|------|
| AZOTE | 1,7 | 1,7 | 2,0 | 2,0 |
| PHOSPHORE | 0,10 | 0,09 | 0,11 | 0,11 |
| SOUFRE | — | 0,14 | 0,13-0,14 | — |
| POTASSIUM | 1,4 | 1,0 | 1,6 | 1,5 |
| CALCIUM | 2,1 | 2,2 | 1,6 | 2,0 |
| MAGNÉSIUM | 0,26 | 0,30 | — | 0,25 |

La teneur en azote des troisièmes feuilles s'établit autour de 1,7 % du poids sec en décembre ainsi qu'en janvier-février. Durant la période allant du 15 janvier au 15 février, elle se maintient à cette valeur moyenne, variant de 1,0 % à 2,3 % du poids sec ; les plantations donnant une bonne production montrent des teneurs de l'ordre de 1,7 % du poids sec. En juin-juillet, durant la pleine saison des pluies, le taux d'azote est aux environs de 2,0 % du poids sec, il peut varier de 1,2 à 2,25. En octobre, on rencontre des teneurs égales à 2,0 %.

Les teneurs en phosphore doivent être de 0,10 en décembre, un peu plus faible en janvier-février : 0,09, avec un seuil critique inférieur de 0,06 et un seuil supérieur que l'on peut fixer provisoirement à 0,14 % du poids sec. En juin-juillet, les feuilles doivent contenir 0,11 % de leur poids sec en phosphore, les variations vont de 0,06 à 0,18, la même valeur de 0,11 est valable pour le mois d'octobre.

Les teneurs en soufre s'établissent autour de 0,14 % du poids sec. Certaines plantations de forêt ont montré vers la fin de la saison des pluies des teneurs allant jusqu'à 0,30 % du poids sec, mais elles ne présentent pas des productions particulièrement remarquables.

En ce qui concerne le potassium, les valeurs qui semblent normales, sont de 1,4 en décembre, 1,0 en janvier-février, 1,6 en juin-juillet et 1,5 en octobre. Les valeurs maximales peuvent atteindre 2,2 en juin-juillet. En janvier-février, les valeurs enregistrées s'étagent de 0,6 à 1,8.

Pour le calcium, on constate sur des arbres d'aspect et de production normaux, des taux de 2,0 à 2,1 en décembre, 2,2 en janvier-février, 1,6 en juin-juillet et 2,0 en octobre. Les teneurs les plus faibles, égales à 1,0 % du poids sec, ont été constatées en pleine saison des pluies ; les plus élevées en janvier-février, elles atteignent 2,8 % de la matière sèche.

Les taux de magnésium doivent se maintenir aux environs de 0,30 % du poids sec en janvier-février, ils sont plus faibles en décembre (0,26) et en octobre (0,25). Nos chiffres de juin-juillet demandent actuellement à être vérifiés.

2. — Equilibres entre éléments minéraux majeurs dans les feuilles en janvier-février (D. F. de fin janvier, arbres adultes de 6 à 7 ans) (tableaux 2 et 3)

La somme des anions atteint 139 milliéquivalents pour 100 g de matière sèche. Le nombre de milliéquivalents de P et le nombre de milliéquivalents de S sont à peu près identiques, les rapports N/P et N/S sont semblables et égaux à 13 environ. Si les teneurs sont exprimées en poids, en g pour 100 g de matière sèche, ces rapports sont évidemment différents, N/P se situe autour de 19, N/S autour de 12. Le pourcentage de chacun des anions (en milliéquivalents) dans la somme des anions est de 87 % pour l'azote, de 6,5 % pour chacun des deux autres éléments.

La somme des cations atteint 160 milliéquivalents pour 100 g de matière sèche. Les rapports Ca/K et Ca/Mg sont à peu près semblables, autour de 4,3, le rapport Mg/K est voisin de 1,0, enfin le rapport

TABLEAU 2

Chimisme foliaire du caféier Excelsa, teneurs exprimées en milliéquivalents pour 100 g de matière sèche (3^{èmes} feuilles, arbres adultes)

| éléments | mois | | | |
|-----------------|------|------------|-------------|------|
| | Déc. | Janv.-Fév. | Juin-Juill. | Oct. |
| AZOTE | 121 | 121 | 143 | 143 |
| PHOSPHORE | 10 | 9 | 11 | 11 |
| SOUFRE | — | 9 | 9 | — |
| POTASSIUM | 36 | 26 | 41 | 38 |
| CALCIUM | 105 | 110 | 80 | 100 |
| MAGNÉSIUM | 21 | 25 | — | 20 |

TABLEAU 3

Équilibre entre éléments minéraux dans les troisièmes feuilles de caféier Excelsa fin janvier - début février

| | Anions | | | | | | Cations | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------------------|------|------|-----|---------|-------------------|---------------------|------|------|-------|
| | N+P | $\frac{N+P}{S}$ | $\frac{N+P}{P+S}$ | N/P | N/S | P/S | Ca+Mg | $\frac{Ca+Mg}{K}$ | $\frac{Ca+Mg}{P+K}$ | Ca/K | Mg/K | Ca/Mg |
| teneurs en g pour 100 g secs | 1,79 | 12,8 | 1,93 | 18,9 | 12,1 | 0,6 | 2,50 | 2,5 | 3,5 | 2,2 | 0,3 | 7,3 |
| teneurs en milliéquivalents pour 100 g secs | 130 | 14,4 | 139 | 13,4 | 13,4 | 1,0 | 135 | 5,2 | 1,61 | 4,2 | 1,0 | 4,4 |

(Ca + Mg)/K se situe aux environs de 5,2. Le pourcentage des divers cations dans la somme des cations est de 68 % pour le calcium et de 16 % environ pour chacun des deux autres éléments.

Le rapport anions/cations (A/C) est de 0,86. Le total anions plus cations atteint 300 milliéquivalents pour 100 g de matière sèche, la part de chaque élément dans ce total est la suivante :

N = 40 %, P = 3 %, S = 3 %,
Ca = 37 %, Mg = 8 %, K = 9 %.

3. — Comparaison avec le caféier Robusta (tableaux 3 et 4)

Les résultats précédents correspondent à des arbres âgés de six à sept ans, donc à des rameaux de quatre à cinq ans, nous pouvons les comparer à des tiges de cinq ans de *C. robusta*.

Ces résultats du diagnostic foliaire de fin janvier sur Excelsa peuvent être mis en relation avec les résultats du diagnostic foliaire de décembre sur Robusta. En effet, pour ces deux espèces, ces époques sont celles des floraisons les plus importantes.

Toutefois, on doit remarquer que les chiffres concernant l'Excelsa sont établis en pleine saison sèche et que les teneurs en N, P et K sont un peu plus faibles que celles de décembre ; par contre, les teneurs en Ca et Mg risquent d'être un peu plus élevées. De même les valeurs de N, P et K pour le

TABLEAU 4

Diagnostic foliaire de décembre, correspondant aux meilleures productions chez le caféier Robusta (teneurs en g pour 100 g secs), d'après FORESTIER (5)

| éléments Age des tiges | N | P | K | Ca | Mg | Ca+Mg K |
|------------------------------|-----------------|-------|-------|------|------|------------|
| | 5 ans | 2,42 | 0,114 | 1,77 | 2,36 | 0,34 |
| 5 ans | 2,32 | 0,116 | 1,98 | 2,17 | 0,28 | 1,24 |

Robusta en décembre sont un peu plus élevées que celles observées fin janvier.

Dans le tableau 4, nous rapportons, d'après FORESTIER, les teneurs correspondant aux meilleures productions sur Robusta. Il est permis de voir que le taux d'azote est plus faible chez le caféier Excelsa, de même que les taux de potassium et de phosphore. Les teneurs en calcium et magnésium sont du même ordre. Le rapport (Ca + Mg)/K a des valeurs plus élevées chez l'Excelsa.

Actuellement, nous ne pouvons assurer que les chiffres donnés pour l'Excelsa correspondent aux meilleures productions, il s'agit simplement de productions normales. Dans le tableau 5, nous indiquons les teneurs des troisièmes feuilles, fin janvier, dans trois cas particuliers où la production est plus élevée que la moyenne. Les chiffres correspondent assez bien aux normes précédentes. Le potassium est même moins élevé. Sur les arbres très vieux, la

TABLEAU 5

Chimisme foliaire du caféier Excelsa : examen de quelques cas particuliers (3^{èmes} feuilles en % du P.S.)

| Caractéristiques des arbres | N | P | S | K | Ca | Mg | Ca+Mg K |
|---|------|------|-------|------|------|------|------------|
| Arbres de 4 ans | | | | | | | |
| . beau développement | 1,59 | 0,09 | 0,152 | 0,73 | 1,92 | 0,23 | 2,9 |
| . bel aspect | | | | | | | |
| . portant une belle floraison | | | | | | | |
| Arbres de 5 à 6 ans | | | | | | | |
| . beau développement | 1,59 | 0,09 | 0,109 | 0,83 | 2,47 | 0,39 | 3,5 |
| . aspect normal, souffrant un peu de la sécheresse | | | | | | | |
| . portant une très belle récolte et une belle floraison | | | | | | | |
| Arbres de plus de 30 ans | | | | | | | |
| . aspect normal | 1,85 | 0,10 | 0,167 | 1,75 | 2,23 | 0,26 | 1,4 |
| . portant une récolte importante | | | | | | | |
| 3 ^{èmes} feuilles à hauteur moyenne | | | | | | | |
| 3 ^{èmes} feuilles en bas de l'arbre | 1,53 | 0,09 | 0,146 | 1,45 | 2,36 | 0,28 | 1,8 |

teneur en potassium en saison sèche est plus élevée que chez les arbres jeunes. Il est probable que le système racinaire de ces arbres explore une zone de sol plus étendue et surtout plus profonde. Une certaine humidité existant encore dans les couches

profondes du sol, l'alimentation potassique se fait probablement mieux. Toutefois, il n'en reste pas moins vrai que des productions convenables sont obtenues sur caféier Excelsa avec des teneurs en potassium moins élevées que chez le caféier Robusta.

NATURE ET DOSES DES ENGRAIS A UTILISER POUR LE CAFÉIER EXCELSA

Les essais d'engrais mis en place en 1961 et 1962 donneront tous les renseignements sur ces questions dans quelques années seulement. Nous ne pourrions donc indiquer ici que quelques directives imparfaites et susceptibles de recevoir des modifications.

Pour l'azote, on peut actuellement conseiller d'utiliser l'urée, sous forme de perlurée, ou le sulfate d'ammoniaque.

Pour des caféiers déficients en azote, avec des teneurs en azote des feuilles inférieures à 1,5 % du poids sec en pleine saison sèche, on peut utiliser, s'ils sont âgés de quatre ans, une dose annuelle de 60 g d'azote par pied, s'ils sont âgés de cinq ou six ans, une dose annuelle de 120 g d'azote. Nous estimons qu'il convient de procéder aux épandages, en quatre fois, de deux mois en deux mois, du 15 mars au 15 septembre, avec chaque fois un quart de la dose totale.

En cas de déficience en phosphore, on doit donner 100 à 150 g de phosphate bicalcique par

pied, à partir de la quatrième année, soit 40 à 60 g de P_2O_5 . Cette dose est valable pour une année et peut être donnée en une seule fois, dans le courant du mois de mars, au moment où la saison des pluies a bien débuté.

Pour le potassium, on utilisera le chlorure de potassium à raison de 100 à 160 g par pied (60 à 100 g de K_2O). La moitié de cette dose sera épandue fin mars, l'autre moitié, en août, au milieu de la saison des pluies.

Le magnésium, si les taux enregistrés en janvier sont inférieurs à 0,30 % du poids sec, sera appliqué à raison de 40 à 50 g de MgO total dans l'année pour chaque caféier. Cette dose sera distribuée en deux ou trois fois durant la saison des pluies.

Pour le soufre, nous n'avons pas de renseignements suffisants pour le moment. D'après les premiers résultats, il semble toutefois que dans plusieurs types de sols de RCA, l'apport de soufre sera utile.

CONCLUSION

Les quelques indications de cette note pourront être modifiées en ce qui concerne l'utilisation des engrais pour corriger la nutrition minérale de l'Excelsa. Ces modifications auront pour but de permettre de tirer meilleur parti des différentes fumures minérales envisagées.

Il n'y aura pas à revenir sur le choix de la feuille et les modalités de prélèvement en vue du diagnostic foliaire.

La détermination des normes minérales des troisièmes feuilles pourra être améliorée, mais ceci ne devrait pas modifier considérablement les normes actuellement admises.

BIBLIOGRAPHIE

1. COLONNA. — « Recherches sur la nutrition minérale du *Coffea Dewewrei*, de WILD et DUR., race *C. excelsa* CHEV. : premiers résultats concernant les éléments minéraux majeurs dans les feuilles ; teneurs, équilibres, variabilité. » 55 p., rapport non encore publié.
2. COLONNA. — « Différences dans la nutrition minérale et dans la production de clones adultes de *Coffea canephora* var. *robusta*. » C. R. de l'Acad. d'Agric. de France, extrait du P. V. de la séance du 20 juin 1962, pp. 615 à 628.
3. BUSCH. — « Etude de la Nutrition minérale du caféier Robusta dans le Centre Oubangui. » *L'Agronomie tropicale*, Paris, juillet-août 1956, n° 4, 416-417.
4. LOUÉ. — « Etude de la nutrition du caféier par la méthode du diagnostic foliaire. » *Bull. Centre Rech. Agron. Bingerville*, 1951, 3, 13-41 ; 1953, 8, 97-156.
5. FORESTIER. — « Valeur du diagnostic foliaire du caféier Robusta. » *Café, Cacao, Thé*, Paris, VI, n° 3, juillet-septembre 1962, 191-206.
6. CHABRA. — « Aperçu sur le climat centrafricain. » ASECNA, Bangui, octobre 1962.

COLONNA (J. P.). — **Contribution à l'étude pratique du diagnostic foliaire du caféier Excelsa.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. VIII, n° 4, oct.-déc. 1964, p. 264-274, fig., tabl., réf.

L'auteur a entrepris fin 1960 des études sur le diagnostic foliaire du caféier Excelsa :

C'est dans les deux quarts moyens de la hauteur de l'arbre qu'il faut prélever les troisièmes feuilles des ramifications primaires ou des ramifications secondaires âgées, en vue du diagnostic foliaire (DF) sur cette plante. Les feuilles sont décomptées à partir de l'extrémité libre du rameau.

Le prélèvement de feuilles doit être effectué à l'époque de la floraison principale : durant le mois de janvier en RCA.

Sur une plantation homogène, un échantillon de cent feuilles, prélevées au hasard sur cent arbres, ne doit pas représenter un bloc d'une superficie supérieure à 25 ha.

Sur une plantation homogène, on aura, en vue du DF, autant d'échantillons de cent feuilles que de blocs de 25 ha. Si la plantation est hétérogène et présente des parties dissemblables, il importe d'avoir un ou plusieurs échantillons pour chacune des zones différentes.

Une fiche de renseignements, expédiée au laboratoire d'analyse en même temps que les échantillons, est indispensable.

Sur des arbres de six à sept ans, les teneurs normales de ces troisièmes feuilles pour les éléments minéraux majeurs commencent à être connues. En janvier, les valeurs au-dessous desquelles on ne doit pas descendre sont de 1,7 % du poids sec pour l'azote, 0,09 % pour le phosphore, 0,14 % pour le soufre, 1,0 % pour le potassium, 2,0 à 2,2 % pour le calcium, 0,30 % pour le magnésium.

Si l'on exprime ces teneurs en milliéquivalents, le total des éléments minéraux cités ci-dessus atteint 300 milliéquivalents pour 100 g de matière sèche. La part de chaque élément dans ce total est la suivante : N = 40 %, P = 3 %, S = 3 %, Ca = 37 %, Mg = 8 %, K = 9 %.

Ces résultats et ces équilibres correspondent à des productions normales et non pas aux meilleures productions. Les normes correspondant à ces dernières sont en cours de détermination.

Si l'analyse foliaire montre une teneur anormalement basse en azote, on peut utiliser comme engrais l'urée ou le sulfate d'ammoniaque à raison de 60 g par pied pour des arbres de quatre ans ; et de 120 g par pied pour des arbres de six ans et plus. L'apport d'azote doit être fractionné.

Pour le phosphore, on peut donner une dose annuelle de 100 à 150 g de phosphate bicalcique par pied à partir de quatre ans. En cas de déficience en potassium, on pourra utiliser le chlorure de potassium à raison de 100 à 160 g par pied. Si l'apport de magnésium est nécessaire, il se fera sous forme de sulfate de magnésium à raison de 40 à 50 g de MgO total, dans l'année et par pied.

Ces études sur le DF du caféier Excelsa se poursuivront quelques années encore.

COLONNA (J. P.). — **Contribution to the practical study of the foliar diagnosis of the Excelsa coffee-tree.** *Café, Cacao, Thé* (Paris), vol. VIII, n° 4, oct.-déc. 1964, p. 264-274, fig., tabl., réf.

At the end of 1960, the author entered upon studies on the foliar diagnosis of the Excelsa coffee-tree.

It is in the two medium quarters of the height of the tree that must be cut off the third leaves of the primary ramifications or of the aged secondary ramifications, in view of the foliar diagnosis (F. D.) on this plant. The leaves are calculated from the free end of the bough.

The cutting off of the leaves must be carried out at the time of the main blossoming : during the month of January in C. A. R.

On a homogeneous plantation, a sample of one hundred leaves, cut off at random on one hundred trees, must not represent a plot having a surface over 25 ha (61.77 acres).

On a homogeneous plantation, in view of the F. D. there will be as many samples of one hundred leaves as there shall be plots of 25 ha. If the plantation is heterogeneous and presents dissimilar parts, it is important to have one or several samples for each of the various zones.

It is absolutely necessary to forward an information index card to the analysis laboratory at the same time as the samples.

On six to seven year old trees, the normal contents of these third leaves for the major mineral elements are beginning to be known. In January, the values below which it is not possible to go down are : 1.7 % of the dry weight for nitrogen, 0.09 % for phosphorus, 0.14 % for sulphur, 1.0 % for potassium, 2.0 to 2.2 % for calcium, 0.30 % for magnesium.

If these contents are expressed in milliequivalents, the total of the mineral elements given above, reaches 300 milliequivalents for 100 g of dry substance. The part of each element in this total is as follows : N = 40 %, P = 3 %, S = 3 %, Ca = 37 %, Mg = 8 %, K = 9 %.

These results and these equilibriums correspond to normal productions and not to the best productions, the standards corresponding to the latter are in process of determination.

If the foliar analysis shows an abnormally low nitrogen content, urea or ammonia sulphate can be used as fertilizers in the ratio of 60 g per tree for four year old trees and of 120 g per tree for six year old trees and above. The nitrogen amount must be fractionated.

As regard phosphorus, an annual application of 100 to 150 g of bicalcic

COLONNA (J. P.). — **Beitrag zur praktischen Untersuchung der Blattdiagnose des Kaffeebaums Excelsa.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. VIII, n° 4, oct.-déc. 1964, p. 264-274, fig., tabl., réf.

Der Verfasser begann Ende 1960 eine Untersuchung der Blattdiagnose beim Kaffeebaum Excelsa.

Die Entnahme der dritten Blätter auf primären oder gealterten sekundären Nebenzweigen zur Blattdiagnose beim Kaffeebaum muss in den zwei mittleren Vierteln der Baumhöhe vorgenommen werden. Die Blätter werden von der freien Spitze des Zweiges abgezählt.

Die Blätterentnahme hat zur Blütezeit, in der Republik Zentralafrika im Januar, zu erfolgen.

Auf einer homogenen Pflanzung darf eine Stichprobe von hundert Blättern die aufs Geratewohl von hundert Bäumen entnommen wurden, keine Gesamtfläche vertretet, die 25 Hektar überschreitet.

Auf einer homogenen Pflanzung erhält man demnach für die Blattdiagnose so viele Stichproben von je hundert Blätter als Gesamtflächen von je 25 Hektar. Ist die Pflanzung heterogen und weist sie verschiedenartige Teile auf, ist es geboten, sich für jede der verschiedenen Zonen eine Stichprobe zu verschaffen.

Es ist unerlässlich, zugleich mit den Stichproben eine Auskunftskarte an das Untersuchungslaboratorium zu richten.

Bei sechs- und siebenjährigen Bäumen kennt man nun allmählich den normalen Gehalt an Hauptmineralgrundstoffe. Im Januar dürfen folgende Werte nicht unterschritten werden : 1,7 % des Trockengewichts bei Stickstoff, 0,09 % bei Phosphor ; 0,14 % bei Schwefel ; 1 % bei Kali ; 2 bis 2,2 % bei Calcium ; 0,30 % bei Magnesium.

Drückt man den Gehalt dieser Mineralien in Milliäquivalenten aus, so beläuft sich die Gesamtmenge der oben angeführten Mineralgrundstoffe auf 300 Milliäquivalente für 100 g. Trockensubstanz. Der Anteil eines jeden Grundstoffes an dieser Gesamtmenge ist folgender : N = 40 % ; P = 3 % ; S = 3 % ; Ca = 37 % ; Mg = 8 % ; K = 9 %.

Diese Ergebnisse und diese Gleichgewichte entsprechen normalen und nicht besten Produktionen. Die den besten Produktionen entsprechenden Normen werden zur Zeit bestimmt.

Falls die Blattdiagnose einen anormal niedrigen Gehalt an Stickstoff anzeigt, kann als Düngemittel Harnstoff und Ammoniumsulfat verwendet werden und zwar 60 g. je Baum für die vierjährigen Bäume und 120 g. je Baum für sechs-jährige Bäume und darüber. Die Stickstoffzufuhr muss in mehreren Gaben erfolgen.

Die Phosphordüngergabe kann in einer jährlichen Dosis von 100 bis

COLONNA (J. P.). — **Contribución al estudio práctico del diagnóstico foliar en el caféto Excelsa.** *Café Cacao Thé* (Paris), vol. VIII, n° 4, oct.-déc. 1964, p. 264-274, fig., tabl., réf.

A fines de 1960 el Autor empezó unos estudios sobre el diagnóstico foliar del caféto Excelsa.

En los dos cuartos medianos de altura del árbol se deben cortar las terceras hojas de las ramificaciones primarias o de las ramificaciones secundarias más viejas para hacer el diagnóstico foliar en el caféto Excelsa. Las hojas se cuentan a partir del extremo libre del ramo.

Deben cortarse las hojas en la época de la floración principal que se verifica en enero en la República Centroafricana.

En un cafetal homogéneo, una muestra de cien hojas sacadas al azar de cien árboles debe representar un bloque de superficie no superior a 25 há.

Para hacer el diagnóstico foliar en una plantación homogénea se necesitan tantas muestras de cien hojas como existen bloques de 25 há. Si el cafetal es heterogéneo, con partes desemejantes, es preciso tener una o varias muestras para cada zona diferente.

Es preciso mandar al laboratorio de análisis junto con las muestras una ficha con los informes necesarios.

En los árboles de seis o siete años de edad ya se pueden conocer los contenidos normales de nutrientes esenciales en las terceras hojas. En enero no deben ser inferiores al 1,7 % de la materia seca para el nitrógeno, al 0,09 % para el fósforo, al 0,14 % para el azufre, al 1,0 % para el potasio, al 2,0 % y al 2,2 % para el calcio, al 0,30 % para el magnesio.

Expresados en miliequivalentes estos nutrientes representan un total de 300 miliequivalentes para 100 g de materia seca. El porcentaje de cada nutriente respecto a este total es para : N = 40 %, P = 3 %, S = 3 %, Ca = 37 %, Mg = 8 %, K = 9 %.

Estos resultados y balances corresponden a producciones normales y no a las mejores. Se están determinando las normas relativas a las mejores producciones.

Cuando el análisis foliar revela un contenido de nitrógeno insuficiente, se puede utilizar un fertilizante como la urea o el sulfato de amonio, aplicado en dosis de 60 g por árbol de 4 años de edad y 120 g por árbol de 6 años y más. El aporte de nitrógeno debe fraccionarse.

phosphate can be given per tree from four year old trees. In the case of deficiency in potassium, potassium chloride can be used in the ratio of 100 to 160 g per tree. If the use of magnesium is required, it will be given in the form of magnesium sulphate in the ratio of 40 to 50 g of total MgO per year and per tree.

These studies regarding the F. D. of the Excelsa coffee-tree will still be continued for another few years.

150 g. Dicalciumphosphat je Baum vom 4. Jahre an bestehen. Bei Kalimangel kann Chlorkalium in Dosen von 100 bis 160 g. je Baum verabreicht werden. Erweist sich eine Magnesiumzufuhr als notwendig, wird sie als Magnesiumsulfat in Höhe von 40 bis 50 g. totalem MgO je Baum im Jahre erfolgen.

Diese Untersuchungen über die Blatt-diagnose des Kaffeebaums Excelsa werden noch einige Jahre fortgesetzt werden.

Para el fósforo puede aplicarse una dosis anual de 100 a 150 g de fosfato bicálcico por árbol a partir de la edad de 4 años. En el caso de deficiencia de potasio se podrá aplicar 100 a 160 g de cloruro de potasio por árbol. Si un aporte de magnesio se revela necesario se suministrará cada año 40 a 50 g de sulfato de magnesio por árbol.

Estos estudios sobre el diagnóstico foliar del caféto Excelsa se irán desarrollando unos años más.



**CAFÉ
CACAO
THÉ**

Extrait du n° 4
Octobre-Décembre 1964

Contribution à l'étude pratique du diagnostic foliaire du caféier Excelsa

J. P. COLONNA

*Chef de la Section de Nutrition des Plantes
du Centre de Recherches Agronomiques de Boukoko
(IRAT-IFGC)*

23 JUN 1971

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 4764