

Echantillonnage du bananier pour l'analyse foliaire : Conséquences des différences de techniques.

P. MARTIN-PRÉVEL

ECHANTILLONNAGE DU BANANIER POUR L'ANALYSE FOLIAIRE :
CONSEQUENCES DES DIFFERENCES DE TECHNIQUES.

P. MARTIN-PRÉVEL (IRFA)

Fruits, mars 1977, vol. 32, n°3, p. 151-166.

RESUME - Les principales causes de variation de composition du tissu prélevé, internes ou externes mais non nutritionnelles, sont passées en revue sur des exemples : nature du cultivar, stade ou âge de la plante, âge ou rang de la feuille (discordances dans la numérotation des feuilles sur bananiers fleuris), gradients longitudinaux et transversaux, facteurs hydriques et climatiques, parasitisme. L'importance des interactions entre ces facteurs, dont on rappelle les deux types de mécanismes, est soulignée.

En raison de la diversité des techniques d'échantillonnage, les teneurs foliaires publiées par des auteurs différents ont donc, parfois contre les apparences, des significations différentes et intransposables. L'auteur invite les membres du Groupe international sur l'analyse foliaire du bananier à prendre des décisions concrètes pour y remédier progressivement.

Destiné à amorcer les discussions du premier Séminaire international sur l'Analyse foliaire du Bananier, cet exposé commente la situation mondiale de l'échantillonnage de cette plante en 1975. Il n'est toutefois pas un doublet du bilan que, grâce à l'active coopération des participants, nous avons pu publier un an auparavant (14). Les principaux traits en sont seulement rappelés sous la forme d'un diagramme (figure 1), pour nous permettre, à l'aide d'exemples chiffrés, de montrer l'incidence pratique des divergences méthodologiques.

On a trop facilement tendance à sous-estimer cette incidence, faute d'avoir présentes à l'esprit des comparaisons précises entre les échelles de valeurs et de représentativité. De telles comparaisons seront l'objet d'une grande partie des communications présentées à ce Séminaire. D'autres ont été effectuées par la plupart des équipes de recherches

lors du choix préliminaire des techniques d'échantillonnage, mais chacune n'a pas abordé le sujet avec la même optique, les résultats n'ont pas toujours été publiés, ou n'ont pas toujours reçu la diffusion souhaitable.

C'est pourquoi nous n'hésiterons pas à reprendre des données dans des dossiers très anciens, et nous invitons les participants à suivre la même voie lorsqu'ils l'estimeront utile. Rien ne justifierait que l'on accorde de la valeur uniquement à des travaux récents ; il convient au contraire d'exploiter à fond tout ce qui peut économiser de nouvelles études, afin d'assurer la meilleure productivité du potentiel de recherches et d'applications que représente l'ensemble mondial des équipes spécialisées dans la nutrition du bananier.

Dans ce but nous nous permettrons, en guise de conclusion, de suggérer une méthode de travail pour notre Séminaire.

* - GERDAT/IRFA - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex - France.

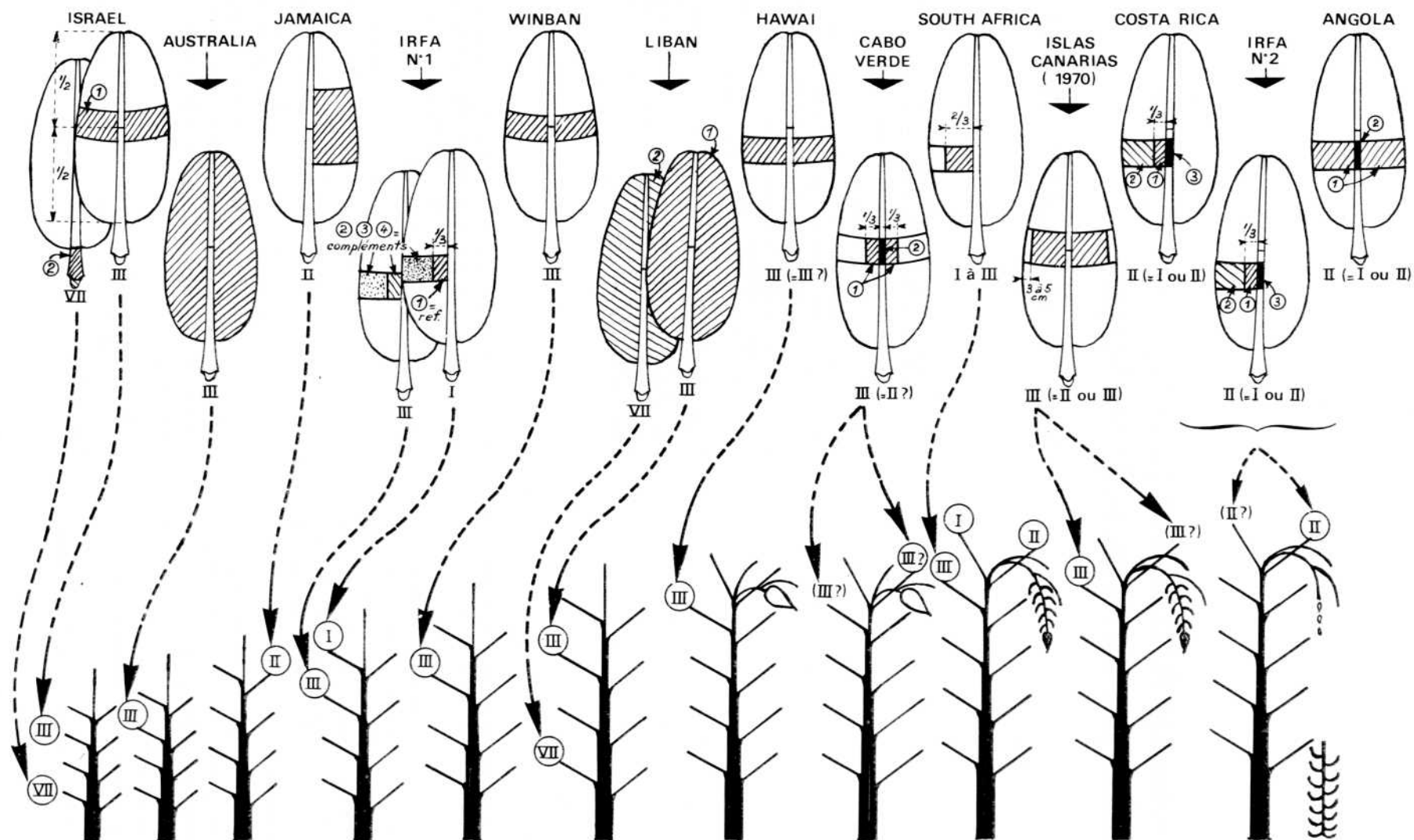


FIG. 1 • Schéma des méthodes d'échantillonnage utilisées en 1975.
 Sketch of the sampling methods used in 1975.
 Esquema de los métodos de muestreo utilizados en 1975.

CAUSES DE VARIATION DE COMPOSITION D'UN TISSU DE BANANIER.

Les variations d'origine proprement **nutritionnelle** sont celles que le diagnostic foliaire a pour but d'étudier. Elles se superposent à de nombreuses autres variations de teneurs en minéraux, qui doivent être (12) :

- soit **éliminées** : le but des directives précises d'échantillonnage est d'éliminer aussi complètement que possible les variations d'origine **interne**, et l'on élimine certaines causes externes lorsque l'on peut échantillonner à une saison où les résultats sont reproductibles ;

- soit **maîtrisées** : les valeurs de référence auxquelles on comparera les résultats d'analyses devront tenir compte de l'impact des sources de variation que l'on ne peut pas éliminer, notamment une grande partie des causes **externes**.

Il est très souhaitable d'avoir **mesuré** les effets des diverses causes de variation, même si l'on est certain de les éliminer par la normalisation. Cela permet, au minimum, d'estimer les erreurs que l'on commet lorsqu'on est contraint de s'écarter quelque peu des normes, et par là de fixer les tolérances admissibles.

VARIATIONS D'ORIGINE INTERNE

Effet variétal.

Ce point n'est pas rappelé sur la figure 1, mais il est important.

Depuis une quinzaine d'années, nous ne travaillons plus personnellement que sur les cultivars de grande taille du groupe Cavendish : 'Poyo' (= 'Robusta'), 'Grande Naine' (= 'Giant Cavendish'), 'Americani', etc. Sur les deux premiers au moins, il semble que les mêmes échelles de valeurs soient

applicables (15). Il n'en est pas de même quand on compare la 'Petite Naine' aux autres cultivars du groupe Cavendish ou quand on sort de ce groupe : cf. tableau 1, reprenant les premières valeurs de référence établies par J. DUMAS en 1960 (4). On voit qu'au moins pour K, les exigences - en niveau foliaire mais pas nécessairement en quantité d'engrais - sont différentes selon les groupes.

Il ne saurait être question de tirer parti, pour une variété déterminée, des références établies pour une autre variété, sans avoir **vérifié leur conformité ou établi une échelle de conversion**. Actuellement, le problème se pose entre 'Petite Naine', 'Williams Hybrid', 'Poyo', 'Valery', 'Lacatan', etc.

Stade ou âge de la plante.

Nous présenterons dans une autre communication l'effet combiné des saisons et de l'âge de la plante, dont un aperçu a déjà été publié antérieurement (15). Un autre exemple en est donné dans le tableau 5. De nombreux chercheurs ont étudié cet aspect, et il nous paraît superflu d'en souligner davantage l'importance pratique.

L'échantillonnage à un stade avoisinant la différenciation florale a été choisi par I. TWYFORD (17) et d'autres, parce qu'il correspond à la seule période de vie de la plante où une différence d'âge d'un mois en plus ou en moins est considérée comme n'influençant pas notablement la composition du limbe de la feuille occupant, pour chaque âge considéré, la même position par rapport au «cigare».

A l'inverse, l'entrée en phase florale apparente apporte un grand bouleversement, et ensuite l'âge de la fleur aura une incidence d'autant plus importante sur la composition d'une feuille de rang déterminé que, les émissions foliaires ayant cessé, il s'agira d'une feuille dont l'âge propre croîtra parallèlement à celui de l'inflorescence. Nous en trouverons des exemples dans plusieurs des communications à ce Séminaire.

TABLEAU 1 - Niveaux optima selon les cultivars - Optimal levels according to varieties - Niveles optimales según cultivariedades.

Stade récolte, échantillon «avant-dernière feuille, 1/3 proche nervure centrale».

Harvest stage, sample «penultimate leaf, 1/3 closest to midrib».

Estadio de cosacha, muestra «penúltima hoja, 1/3 próximo al nervio».

(d'après J. DUMAS, 1960 - valeurs corrigées).

Cultivar	N %	K %	Ca + Mg meq %
'Petite Naine' 'Dwarf Cavendish' 'Enana'	2,3 - 2,6	2,9 - 3,3	115 - 137
'Poyo' 'Robusta'	2,1 - 2,8	3,2 - 3,8	100 - 125
'Gros Michel'	>2,1	>3,9 ?	?

Age ou rang de la feuille.

Les deux sont synonymes dans le cas du bananier non fleuri, mais se cumulent dans le cas du bananier fleuri. C'est l'un des facteurs les plus clairement étudiés dans la bibliographie depuis les origines : DUMAS 1952-1953 (2), HEWITT 1953-1955 (5, 6), BOLAND 1960 (1), TWYFORD et coll. 1962 (17), LAHAV 1972 (11). Le premier travail de C.W. HEWITT et D. BOLAND ne portait que sur les feuilles de rang impair, d'où l'adoption du rang III par de nombreux chercheurs au moment même où, serrant davantage les investigations, l'équipe jamaïcaine était amenée à le remplacer par le rang II.

En fait, comme l'a souligné E. LAHAV (11), le **choix idéal diffère selon les éléments étudiés**. Notre équipe a eu, à diverses reprises, l'occasion de le constater (16) : par exemple la feuille I est meilleure que la feuille III pour déceler une carence en P, S ou Ca, mais ne convient guère pour K et Mg.

Il faut donc retenir :

- qu'un échantillonnage standardisé ne pourra pas renseigner parfaitement sur tous les types de déviation de la nutrition : le choix résulte d'un compromis, et en cas d'échec sur un cas concret il peut être nécessaire de compléter le diagnostic à l'aide de prélèvements à d'autres niveaux ;
- que les échelles de valeurs diffèrent presque toujours d'une feuille à une autre.

Le point le plus délicat est la **définition du rang foliaire pour les bananiers fleuris** : nos confrontations sur le terrain ont montré qu'il pouvait y avoir jusqu'à deux rangs d'écart entre ce que les uns ou les autres appellent «feuille III», selon la limite qu'ils ont adoptée entre «feuilles» et «bractées». Pire : cet écart n'est pas fixe. En effet, le nombre de feuilles nettement bractéales et de bractées n'est pas constant, même à l'intérieur d'une variété donnée ; il semble dépendre du stade de développement des dernières ébauches foliacées du méristème au moment où se produit l'initiation florale. Tout se passe comme si la différenciation des primordia floraux intervenait *ex abrupto* au lieu de se situer dans le prolongement du rythme des initiations foliaires, «surprenant» donc des ébauches foliaires plus ou moins développées selon les cas individuels (ou, au minimum, selon les zones climatiques) : d'où tous les intermédiaires possibles, en nombre et en morphologie, entre spathe, bractées et feuilles.

L'adoption d'une définition commune de la «feuille I» sur bananiers fleuris sera l'un des objectifs les plus immédiats de notre réunion.

Dans le cas de bananier non fleuri, le rang foliaire ne définit l'âge que par incréments indivisibles d'une émission foliaire. Notons que les intervalles entre deux feuilles

peuvent varier dans de très larges proportions : trois jours à six semaines selon les variétés, les stades de développement, les climats (local et saisonnier). L'**âge chronologique et même physiologique d'une feuille de rang donné** n'est donc pas le même en toutes circonstances, sauf s'il s'agit de la feuille juste déroulée. C'est la raison pour laquelle J. DUMAS a opté pour la feuille I. Théoriquement, le choix d'un autre rang foliaire - II, III ou VII - devrait être «modulé» en fonction des variétés, stades et climats, afin de correspondre à un même âge physiologique. Mais selon quels critères peut-on apprécier cet âge physiologique ?

En outre, il y aurait lieu d'interpoler entre les incréments indivisibles d'un rang foliaire, en tenant compte du temps depuis lequel la feuille I s'est entièrement déroulée. Cela peut être apprécié par l'**état de déroulement du «cigare»**, facteur déjà étudié par D. BOLAND et par E. LAHAV notamment. Son action se complique par un caractère cyclique, se superposant à l'augmentation graduelle de l'âge.

Portion de la feuille.

A l'inverse du précédent, ce facteur est relativement peu étudié et, en conséquence, très sous-estimé dans ses incidences pratiques, du moins à l'intérieur d'un même tissu : gaine, pétiole, nervure ou limbe. Nous nous intéresserons uniquement à ce dernier dans le présent exposé.

Les **gradients longitudinaux** sont les mieux connus (10, 17). Ils sont suffisants pour que le prélèvement à mi-longueur du limbe (Israël, Jamaïque, Iles du Vent) ne donne pas les mêmes résultats que le prélèvement dans sa partie la plus large (Afrique du sud, IRFA, Cap Vert).

Nous donnons sur la figure 2 quelques-unes des très nombreuses données accumulées sur la «géographie minérale» du limbe par J. DUMAS, qui a seulement publié des conclusions qualitatives sur cette étude (3). Il convient de préciser que certains de ces gradients changent d'intensité ou même s'inversent selon l'âge de la feuille et le stade de la plante. Pour K, à des stades plus précoces, les teneurs peuvent varier dans une même feuille de 7 p. cent à 3 p. cent selon les zones.

Les **gradients transversaux** n'ont guère été étudiés que par notre Institut. Ils sont aussi intenses que les gradients longitudinaux. De ce fait les chiffres obtenus sur une portion de limbe plus ou moins proche de la nervure centrale (normes IRFA et Afrique du sud) ne peuvent absolument pas servir de repères pour des analyses effectuées sur des portions de limbe non subdivisées transversalement. Ainsi dans le cas de la 'Petite Naine', au stade récolte, un taux de 2,8 % de K est insuffisant s'il s'agit de la zone 1/3, mais pourrait être excédentaire s'il s'agit de la bande entière du limbe.

Pour un problème de brûlures salines, notre équipe a utilisé un découpage transversal particulier, distinguant une zone marginale de 4 cm sur des bandes de limbe déjà

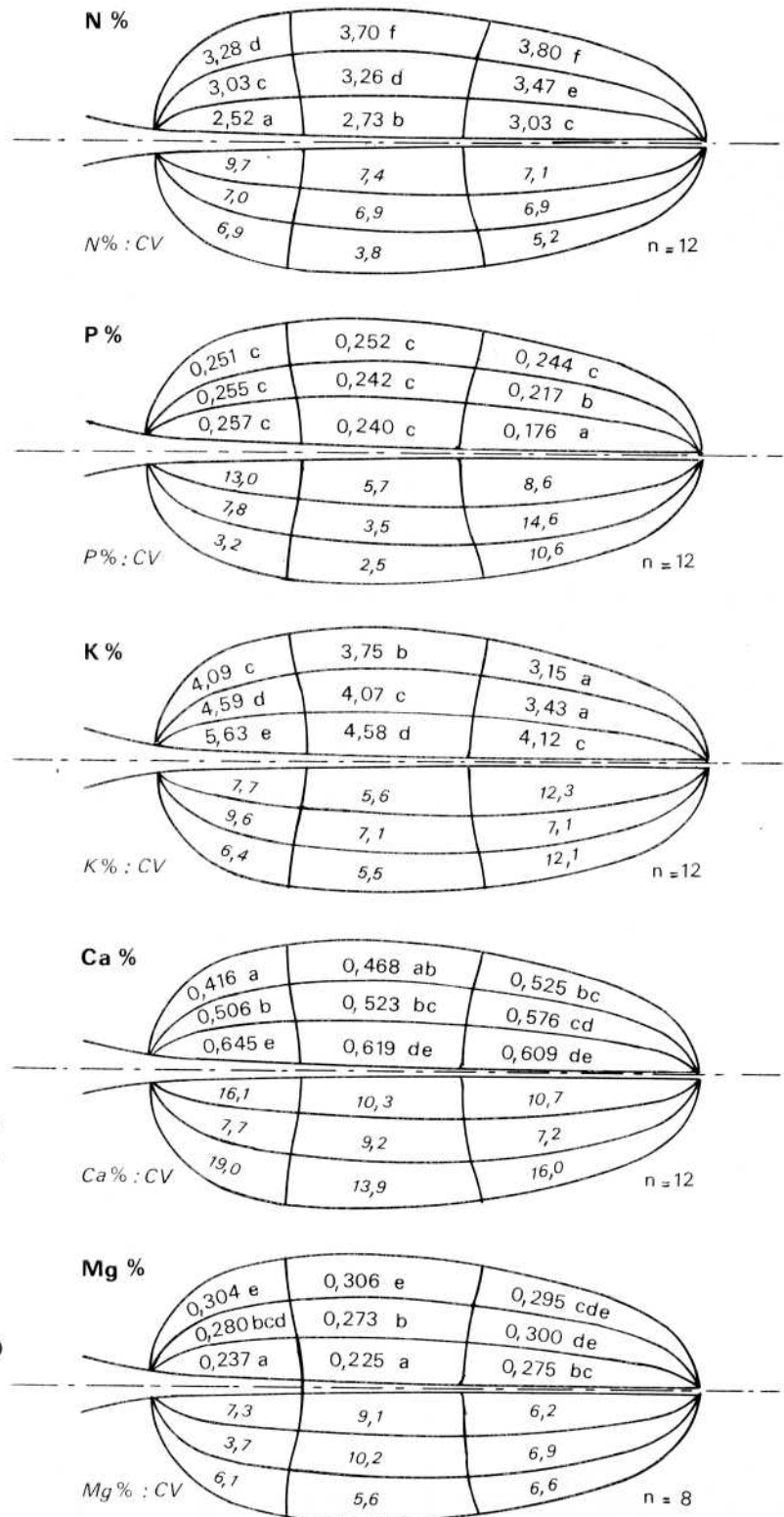


Fig. 2. «Cartographie minérale» du limbe.
 «Mineral mapping» of lamina.
 «Cartografia mineral» del limbo.

(D'après les données non publiées de J. DUMAS sur cultivar 'Petite Naine' à Foulaya, Guinée. Stade : émission de l'inflorescence).

- feuille : avant-dernière.

- leaf : penultimate.

- hoja : penultima

C.V. = coefficient de variation = $\frac{100 \sigma}{\bar{x}}$

(corrigé de l'effet propre à chacune des n feuilles)

a,b,c, ... = les zones qui n'ont pas de lettre commune différent à $P \leq 0,05$.

a,b,c, ... = zones without common letter do differ at $P = .05$

a,b,c, ... = zonas sin letra comun difieren a los $P = 0,05$

subdivisées en 1/3 proche de la nervure centrale et 2/3 extérieurs, selon notre procédure habituelle de l'époque (figure 3). Les résultats (9) sont résumés dans le tableau 2.

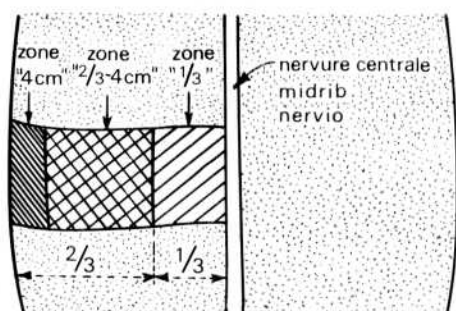


FIGURE 3

On voit que la perte d'une petite portion marginale de limbe, accident spontané fréquent sur le terrain (brûlures, Cordana, dégâts des vents) et pouvant aussi survenir occasionnellement au cours de l'échantillonnage, est susceptible de modifier sensiblement la composition de la bande prélevée.

Rappelons enfin les **inversions de gradient** que l'on observe dans certains cas de carences (16). Ils montrent que les diverses zones du limbe ne sont **pas également sensibles** aux variations de nutrition : c'est une des raisons du choix par J. DUMAS d'une portion proche de la nervure centrale. L'autre motif invoqué par le même auteur est une plus grande variabilité intrinsèque des zones marginales, comme d'ailleurs de la partie distale du limbe. Ce défaut n'est pas évident d'après les coefficients de variation présentés ici. Mais seul compte le rapport entre la variation provoquée par les changements de nutrition et la variabilité intrinsèque, et nous devons examiner ce point dans des mises au point ultérieures (cf. *Fruits*, 1976, vol. 31, n°4-5, p. 302-303, 5).

Causes diverses.

Parmi celles-ci il convient encore de citer l'orientation géographique et l'auto-ombrage, abordés par E. LAHAV (10).

Peut-être en oublions-nous ; d'autres indications pourraient être recueillies en explorant à fond toutes les données existant dans les publications sur la nutrition du bananier, mais notre propos ici n'est pas d'effectuer une revue bibliographique complète : nous voulons seulement sensibiliser nos collègues aux motifs d'erreurs les plus importants.

VARIATIONS D'ORIGINE EXTERNE.

Comme causes externes de variation de la composition des tissus végétaux autres que l'alimentation minérale, il faut citer principalement l'alimentation hydrique, puis les divers autres facteurs du climat (lumière, température) et le parasitisme (notamment le parasitisme racinaire). Plusieurs communications traiteront au moins du climat.

Il y a lieu de distinguer deux cas :

1) le facteur intervenant agit **par lui-même et d'une manière limitante, au sens absolu** (loi de BLACKMAN). La composition minérale peut alors ne pas être affectée, comme elle peut être modifiée dans un sens ne présentant aucun rapport avec la capacité du milieu (sol et engrais) à fournir les éléments dosés. Dans ce genre de cas - sécheresse intense, inondation, destruction de presque tout le système racinaire par des nématodes, de presque tout le système foliaire par le *Cercospora* -, **on ne peut espérer tirer de l'analyse foliaire aucun enseignement concernant la fertilisation**, tant que l'hypothèque créée par ce facteur externe n'aura pas été levée ou au moins relativisée.

2) le facteur externe ne conditionne pas seul ou quasiment

TABLEAU 2 - Effets du rang foliaire et de la subdivision de la bande de limbe prélevée

Effects of leaf rank and of subdivision of the sampled lamina strip

Efectos del orden de la hoja y de la subdivisión de la faja tomada del limbo.

Étude de salinité à Machala, Équateur - cultivar : 'Gros Michel' - stade : émission de l'inflorescence.

Feuille - Leaf - Hoja	zone (cf. fig.3)	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm
I	1/3	2,05	0,281	4,71	0,36	0,224	140
	2/3-4 cm	2,62	0,295	3,80	0,36	0,284	120
	4 cm	2,91	0,300	3,18	0,58	0,348	185
III	1/3	1,99	0,244	4,14	0,61	0,226	115
	2/3-4 cm	2,49	0,261	3,25	0,59	0,308	145
	4 cm	2,71	0,259	2,61	0,62	0,330	165
Intermédiaire	1/3	1,91	0,218	4,02	0,78	0,198	115
	2/3-4 cm	2,14	0,225	3,01	0,77	0,294	140
	4 cm	2,16	0,222	2,11	0,68	0,310	375
La plus âgée non fanée Oldest unwilted De edad maxima no marchitada	1/3	1,61	0,179	3,89	0,74	0,156	140
	2/3-4 cm	1,78	0,193	2,97	0,77	0,255	160
	4 cm	1,82	0,164	1,44	0,69	0,291	465

seul la croissance et le développement de la plante. En dehors de son action directe il peut alors intervenir en conjonction avec la nutrition minérale, et cela de deux manières (cumulables) :

a) **en modifiant la nutrition minérale** : donc en étant susceptible d'agir au moins en partie par son intermédiaire.

Ainsi une sécheresse, pas assez intense pour bloquer la croissance et la productivité, peut modifier l'assimilabilité du potassium. Ce fait a pu être incriminé comme cause de déséquilibres K/N et K/Mg retentissant sur la qualité de la banane en Guinée. L'action des nématicides dans un essai de Côte d'Ivoire (7) pourrait s'être exercée en partie par une augmentation d'absorption du calcium : cf. tableau 3 ; l'amélioration est faible mais hautement significative et, en présence d'un tel déséquilibre entre K et les alcalino-terreux, elle n'est pas dépourvue de portée physiologique.

b) **en modifiant l'efficacité d'un état de nutrition donnée**.

Nous avons réalisé une longue série de travaux, en partie publiés (13), sur l'influence combinée de l'ombrage et de la nutrition potassique chez le bananier. Les traitements ayant été intentionnellement appliqués après une longue période de nutrition et de luminosité uniformes, le meilleur critère, pour mesurer l'effet de niveaux nutritionnels s'étant établis progressivement et n'ayant pas affecté la formation des fruits, est le grossissement journalier de ceux-ci vers la fin de la vie du régime. Dans le tableau 4, les résultats portant sur les teneurs en K et Mg tendent à illustrer le paragraphe «a» : un même niveau de fourniture du potassium n'aboutit pas tout à fait au même état de nutrition potassique (absorption et répartition), si la luminosité ambiante est diminuée. Mais, surtout, les accroissements de niveau potassique interne qui, en pleine luminosité, se montrent bénéfiques sur la croissance du fruit, ne le sont plus quand la plante reçoit seulement 2/3 ou 1/3 de la lumière ambiante (il s'agit d'une période recouvrant principalement la saison des pluies en Côte d'Ivoire).

INTERACTIONS.

Généralité du phénomène d'interaction. Ses mécanismes.

Les exemples donnés au paragraphe précédent appartiennent

TABLEAU 3 - Effets de la dose de némagon - Effects of nemagon dosis. Efectos de la dosis de nemagón

Azagué, Côte d'Ivoire, cultivar 'Poyo', stade : récolte - harvest - cosecha

Zone du limbe	avant-dernière feuille - penultimate leaf - penultima hoja										régime - bunch racimo kg
	N %		P %		K %		Ca %		Mg %		
	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	1/3	2/3	
Dose 1	2,50	2,84	0,185	0,208	4,08	2,83	0,95	0,82	0,212	0,238	20,0
Dose 2	2,50	2,86	0,185	0,210	4,07	2,84	0,99 **	0,86 **	0,215	0,240	21,6**

** - différence significative (P : 0,01) entre dose 1 et dose 2.

au domaine des interactions : les facteurs externes non nutritionnels n'intéressent l'analyse foliaire que parce qu'ils modifient la nutrition ou ses effets. **Toutes les causes de variation**, internes ou externes, nutritionnelles ou étrangères à la nutrition, **sont susceptibles - dès lors qu'elles agissent - d'interagir entre elles**. Les deux mécanismes que nous avons analysés peuvent fonctionner entre deux de ces facteurs quels qu'ils soient :

a) **interaction de l'un sur l'autre** : l'action du facteur n°1 est accompagnée d'une action du facteur n°2 parce que **la modification du premier commande une modification du second** (variation de niveau, d'état ...). En physiologie, c'est le type des interactions par compétition ou au contraire par entraînement réciproque, aux niveaux de l'absorption et des déplacements dans la plante. On constate par exemple que le niveau atteint par un élément minéral dans la feuille dépend de la concentration dans le milieu nutritif, non seulement de cet élément, mais aussi des autres, les cas les mieux connus étant l'antagonisme de compétition entre cations et l'effet de dilution par stimulation de croissance.

b) **interaction de l'un avec l'autre** : que leurs changements soient ou non liés dans leurs origines, le facteur n°1 **n'agit pas de la même manière selon le niveau auquel se trouve le facteur n°2**. C'est la seule définition de l'interaction en statistiques, d'où parfois des difficultés de compréhension entre biologistes et biométriciens. L'effet de l'apport d'un élément sur le niveau atteint dans la plante par un autre élément est une «interaction» (du type décrit au paragraphe a) pour le physiologiste, alors que c'est un «effet» ou action simple pour le biométricien. Mais quand les effets d'un élément minéral (sur la croissance, la productivité, la teneur en sucres, la respiration ...) en ce qui concerne la dose appliquée - ou, mieux, le niveau atteint dans la plante - ne sont pas les mêmes selon la dose - ou le niveau dans la plante - d'un autre élément, il y a interaction à la fois pour le biométricien et pour le physiologiste. Pour ce dernier, il s'agit alors d'antagonisme ou de synergie au sens originel de ces mots, sens qui a, par la suite, été déformé en l'appliquant également aux interactions du type décrit au paragraphe «a».

TABLEAU 4 - Interactions entre la luminosité et la nutrition minérale.

Interactions between luminosity and mineral nutrition - Interacciones entre la luminosidad y la nutrición mineral

Essai potassium x ombrage à Azaguié, Côte d'Ivoire - cultivar 'Poyo' - stade : récolte - harvest - cosecha

Traitement Luminosité Nutrition	feuilles-leaves-hojas I à III - organes complets-complete organs-organos completos						Fruits : gain de poids kg/jour/régime weight increase kg/day/bunch aumento de peso kg/día/racimo	
	limbes - laminae - limbos		pétioles+		gaines - sheaths - vainas			
	K %	Mg %	nervures - midribs - nervios K %	Mg %	K %	Mg %		
3/3 { normale K ⁺ , Mg ⁻	K ⁻	2,31 a	0,382 c	2,70 a	0,713 d	3,01 ab	1,33 c	0,130 ab
	normale	2,99 bc	0,324 bc	3,90 b	0,521 bc	6,68 de	0,80 b	0,161 bc
	K ⁺ , Mg ⁻	3,16 cd	0,144 a	5,20 c	0,162 a	7,18 e	0,31 a	0,182 c
2/3 { normale K ⁺ , Mg ⁻	K ⁻	2,28 a	0,371 c	2,09 a	0,699 cd	2,28 a	1,37 c	0,132 ab
	normale	2,99 bc	0,288 b	4,33 bc	0,404 b	5,03 c	0,68 b	0,134 ab
	K ⁺ , Mg ⁻	3,35 d	0,143 a	5,47 d	0,179 a	7,50ef	0,20 a	0,134 ab
1/3 { normale K ⁺ , Mg ⁻	K ⁻	2,98 bc	0,329 b	2,77 a	0,534 bc	3,73 b	1,20 c	0,109 a
	normale	2,78 bc	0,435 b	4,56 b	0,623 cd	5,99 cd	0,89 b	0,117 a
	K ⁺ , Mg ⁻	3,24 cd	0,154 a	5,22 cd	0,166 a	8,51 f	0,22 a	0,112 a
moyenne average promedio	K ⁻	2,52 a	0,361 c	2,52 a	0,649 c	3,01 a	1,29 c	0,124 a
	normale	2,92 b	0,319 b	4,27 b	0,516 b	5,90 b	0,79 b	0,138 a
	K ⁺ , Mg ⁻	3,25 c	0,147 a	5,30 c	0,169 a	7,73 c	0,24 a	0,142 a
3/3 } 2/3 } 1/3 }	moyenne	2,82 a	0,283 a	3,93 a	0,465 a	5,62 b	0,81 a	0,158 c
	average	2,87 a	0,268 a	3,96 a	0,427 a	4,94 a	0,75 a	0,133 b
	promedio	3,00 a	0,276 a	4,18 a	0,441 a	6,08 b	0,76 a	0,113 a

a, b, c, d, e, f : les valeurs d'une même case qui n'ont pas de lettre commune diffèrent à P = 0,05

values of a same compartment without common letter do differ at P = .05

valores de una misma casilla sin letra común difieren a los P = 0,05

d'après l'étude statistique du Service de Biométrie de l'IRFA (P. LOSSOIS, J.P. GAILLARD et C. HARDIVILLER).

Application au problème de l'échantillonnage.

Nous avons déjà signalé, au fur et à mesure que nous les rencontrons, quelques interactions entre les causes de variation des teneurs en éléments minéraux : rang foliaire et âge de la plante, gradients et âge de la feuille, gradients foliaires et âge de la plante, saisons et âge de la plante ou de la feuille, nématodes et calcium, lumière et potassium. Nous en retrouverons dans d'autres communications.

Le tableau 5 en donne un nouvel exemple, d'après les résultats d'un essai d'apports magnésiens en Guadeloupe (8). On voit que :

- la teneur en azote la plus élevée se rencontre dans la feuille II en novembre (rejets de 2 mois 1/2), dans la feuille III ensuite, sans que nous puissions dire s'il s'agit d'un effet de l'âge de la plante ou d'un effet de la saison ;

- la chute de teneur en potassium de la feuille I à la feuille II, puis de la feuille II à la feuille III, est plus forte dans la «zone 2/3» que dans la «zone 1/3», malgré des niveaux absolus moins élevés ;

- cette chute de teneur en K varie avec la date du prélève-

ment, que cet effet soit dû à l'âge ou à la saison : alors qu'en novembre (2 mois 1/2) les trois feuilles échantillonnées diffèrent entre elles pour les teneurs en K de leurs deux zones, en janvier (4 mois 1/2) elles diffèrent seulement pour la zone «2/3», et en mars (6 mois 1/2) elles ne diffèrent plus du tout.

Il y a donc pour K une très nette interaction ternaire : gradient transversal dans le limbe x rang foliaire x âge de la plante ou saison. Elle se retrouve, en plus confus, pour Ca et Mg.

CONSÉQUENCES ET RECOMMANDATIONS.**Impossibilité actuelle d'une utilisation internationale des données.**

Si l'on superpose à la figure 1 toutes les variations dont nous venons de passer en revue les plus importantes, on constate immédiatement que presque chaque équipe de recherches obtient des chiffres se référant à des échelles de valeurs différentes.

TABLEAU 5 - Effets combinés de la date d'échantillonnage, de l'âge de la feuille et de la subdivision de la bande de limbe.
 Combined effects of sampling date, leaf age and lamina strip subdivision.
 Efectos combinados de la fecha de muestreo, de la edad de la hoja y de la subdivisión de la faja de limbo.
 Essai magnésie à Neufchâteau, Guadeloupe - cultivar : '901'.

Date Date Fecha	Age plante Plant age Edad planta	Rang foliaire Leaf rank Orden hoja	Zone Zone Zona	N		P		K		Ca		Mg	
				%	C.V.	%	C.V.	%	C.V.	%	C.V.	%	C.V.
nov.	2 mois 1/2	I	1/3	3,96	3,1	0,262	5,2	6,09	4,8	0,360	13	0,294	6,4
			2/3	4,65	3,9	0,278	4,9	4,93	3,5	0,385	12	0,449	7,7
		II	1/3	4,25	4,6	0,215	6,5	5,71	3,4	0,580	11	0,348	9,7
			2/3	5,17	2,9	0,233	4,5	4,29	5,3	0,608	8,1	0,486	10
		III	1/3	4,14	3,4	0,193	6,7	5,41	5,8	0,756	11	0,363	12
			2/3	4,84	4,4	0,207	6,8	3,64	7,3	0,775	7,5	0,525	9,3
jan.	4 mois 1/2	I	1/3	3,48	2,4	0,281	3,1	5,63	2,8	0,277	12	0,236	8,8
			2/3	4,41	2,9	0,310	2,9	4,52	3,3	0,312	11	0,425	7,3
		II	1/3	3,71	4,5	0,232	2,1	5,67	3,4	0,434	10	0,273	10
			2/3	4,61	2,3	0,256	3,9	4,24	5,3	0,483	8,2	0,440	8,1
		III	1/3	3,82	2,0	0,214	3,0	5,79	4,8	0,525	8,3	0,302	8,8
			2/3	4,64	3,2	0,239	3,0	3,92	5,0	0,583	7,1	0,471	8,3
mar.	6 mois 1/2	I	1/3	3,23	3,8	0,221	4,6	3,91	4,4	0,426	21	0,273	7,3
			2/3	4,09	3,2	0,246	4,0	3,03	7,6	0,499	10	0,363	4,7
		II	1/3	3,34	2,6	0,202	4,8	3,65	7,1	0,652	14	0,290	10
			2/3	4,10	4,7	0,229	5,5	2,94	5,4	0,639	12	0,369	17
		III	1/3	3,47	4,7	0,195	6,3	3,78	7,0	0,742	13	0,310	9,2
			2/3	4,16	2,4	0,224	3,1	3,05	4,9	0,662	9,8	0,393	6,3

C.V. = coefficient de variation = $100\sigma/\bar{x}$

Étude statistique du Service de Biométrie de l'IRFA (P. LOSSOIS, A.M. FINATEU).

De plus, cette référence n'est parfois qu'**implicite** dans les publications : l'auteur ne précise pas toujours sa technique d'échantillonnage dans tous les détails, le lecteur n'a pas toujours présente à l'esprit l'incidence de tous les motifs de variation des échelles.

Le fait que des **interactions** puissent exister entre tous les facteurs multiplie la gravité des conséquences de la diversité des techniques utilisées. En effet, on peut rarement être certain a priori qu'un facteur donné produira les mêmes effets en deux situations différant par leurs conditions géographiques ou culturelles. Et lorsque, comme c'est un cas fréquent, deux techniques diffèrent entre elles sur plus d'un des principaux facteurs de variation (âge de la plante, rang foliaire, zone de limbe), l'extrapolation est encore plus hasardeuse.

Cette situation est d'autant plus dangereuse que les résultats présentent universellement l'**apparence trompeuse d'une même échelle de signification** : chacun mentionne des pourcentages de matière sèche ou des ppm, que rien, au premier abord, ne distingue des pourcentages et ppm mentionnés par les autres. En réalité, ces pourcentages diffèrent entre eux autant que le kilogramme diffère de la livre britannique, l'acre de l'hectare, le mètre du yard ou du fathom. Nous sommes dans une tour de Babel !

Au mieux, chaque équipe de recherche se trouve, vis-à-vis d'une grande partie des travaux publiés par ses homologues étrangères, comme un homme en face d'un trésor dont il ne possède pas la clef. Au pis, elle essaye de lire des messages chiffrés avec un code faux et risque d'en tirer des informations erronées.

Vers une issue.

La gestation.

La première Conférence internationale sur la banane (FAO/CCTA, Abidjan 1960), puis la Tournée d'études sur la banane en Guadeloupe (IRFA/Commission Caraïbe, 1964) ont, tour à tour, émis des vœux invitant les chercheurs à uniformiser leurs techniques d'échantillonnage. Il n'en est rien résulté, faute d'avoir indiqué - ces réunions n'étaient pas faites pour cela - les moyens d'y parvenir. Il aurait fallu que toutes les équipes de recherches sauf une (mais laquelle ?) abandonnent spontanément leurs pratiques.

Un entretien avec E. FERNANDEZ-CALDAS à Paris en

de rapprochement concrètes, sous la forme du présent Séminaire. Nous avons d'abord dû enquêter, pour être en mesure de proposer des axes d'effort acceptables par tous. Ce qui fut fait à l'occasion de la deuxième Conférence FAO sur la banane (Guayaquil, 1972) et de la publication déjà citée (14).

Il est encourageant de constater qu'un bon nombre des documents préparés par les uns ou les autres en vue de ce Séminaire sont résolument orientés vers la recherche d'un rapprochement, qu'ils aient ou non pris nos propositions de détail comme canevas.

Objectivité et efficacité.

Grâce à l'invitation du Recteur E. FERNANDEZ-CALDAS, auquel nous devons tous adresser nos chaleureux remerciements, voici donc réuni un «échantillonnage», abondant (plus de la moitié) et représentatif, des échantillonneurs de bananiers. Pour qu'une occasion si longuement attendue soit pleinement mise à profit, nous proposons un travail en trois temps.

1. Présentation la plus **objective** possible des **données** rassemblées. Chacun des participants pense avoir raison dans les motifs de son choix, mais les autres aussi, présents ou absents : nous n'oublierons pas les points de vue de ces derniers. Donc les exposés devront être schématisés, clarifiés au maximum, afin de permettre une appréciation ... à propos de laquelle personne ne devra se montrer susceptible.
2. **Réflexion** de chacun, puis **discussions**. Celles-ci devraient être facilitées par l'ordre de présentation des documents, que nous avons essayé de ranger de manière logique afin de faire le point étape par étape. Le but essentiel est de distinguer, dans les motifs de choix de chaque équipe :

- ceux qui ont une origine historique plus ou moins fortuite : cf. approches de C.W. HEWITT et D. BOLAND en Jamaïque d'une part, de J. DUMAS en Guinée d'autre part, simultanées mais aux points de départ méthodologiques différents dans leur essence ;
- ceux qui correspondent à des vérités fondamentales sur le bananier, valables en toutes circonstances ;
- ceux qui résultent de conditions locales particulières mais objectivement déterminantes.

3. Prise de **décisions** concrètes, **engageant** l'avenir. Nous nous permettrons de préparer cette étape ultime et capitale, en

tions plus fondamentales subsisteront peut-être. Entre les équipes de recherches comme entre les divers aspects de la représentativité, la normalisation de l'échantillonnage ne peut reposer que sur des compromis.

Mais nous devons bien nous convaincre qu'il sera plus

SAMPLING OF BANANA FOR LEAF ANALYSIS : CONSEQUENCES OF THE DIFFERENT TECHNIQUES USED

Practical incidence of methodological discrepancies in banana leaf sampling (diagrammated in fig. 1) is frequently under-estimated because of insufficient knowledge or diffusion of precise comparisons between scales of values and of representativity. We shall use here very old results as well as recent ones.

CAUSES OF VARIATION OF THE COMPOSITION OF A BANANA TISSUE.

Variations from **nutritional** origin, which leaf diagnosis aims to study, are overlapped by other ones. These should be (12) either **eliminated** by sampling procedures (mainly **internal** causes, some external ones when a given season provides reproductibility) or **brought under control** (i.e. reference values be adapted : mainly for **external** causes).

Measurement of their effects is always wishable, at least to determine sampling allowances.

INTERNAL CAUSES.

1. Varietal effect.

It seems to be slight for tall Cavendish varieties (15). This is not a general case (4) : see table 1. Then it is necessary to **check conformity** or to **establish a conversion scale** for each precise case. Nevertheless a difference in leaf level requirement may not indicate a difference in fertilizer requirement.

2. Stage or age of plant.

See former publications (15) and foreseen communication, as well as table 5. This point was investigated by many authors.

TWYFORD (17) and others state that sampling about floral initiation means no important differences within ± 1 month.

On the reverse, shooting brings considerable changes and age of leaves in given positions starts to increase.

profitable pour chacun de posséder les clefs d'un imposant trésor collectif, dussent quelques compartiments reculés en rester condamnés, que de conserver des coffres individuels, même si l'un ou l'autre estime avoir enfermé dans le sien la plus grosse parcelle de richesse.

MUESTRO DEL PLÁTANO PARA EL ANÁLISIS FOLIAR CONSECUENCIAS DE LAS DIFERENTES TÉCNICAS UTILIZADAS

Con frecuencia no se estiman adecuadamente las consecuencias prácticas de las diferencias metodológicas (diagrama de la fig. 1), porque hay pocas comparaciones convenientes entre las escalas de valores y de representatividad que sean bien establecidas o estén bastante difundidas. Utilizaremos aquí tanto resultados muy antiguos como recientes.

CAUSAS DE VARIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE UN TEJIDO DE PLÁTANO.

A las variaciones de origen **mineral** que el análisis foliar tiene que estudiar, se sobreponen otras que los procedimientos de muestreo tienen que (12) **eliminar** (principalmente las causas **internas**, así como algunas externas cuando la época elegida proporciona resultados reproducibles) o bien **dominar** (adaptación de los standars : principalmente causas **externas**).

Por tanto es aún deseable **medir** sus efectos, a lo menos para determinar las tolerancias del muestreo.

CAUSAS INTERNAS.

1. Efecto de la variedad.

Parece ser ligero para las variedades Cavendish de gran tamaño (15). No es un caso general (4) : v. tabla 1. Entonces hay necesidad de **verificar la conformidad** o de **establecer una escala de conversión** para cada caso preciso. Sin embargo, una diferencia de necesidad de nivel foliar puede no significar una diferencia de necesidad de abono.

2. Estadio o edad de la planta.

Ver publicación anterior (15) y comunicación prevista, así como tabla 5. Este punto fué investigado por varios autores.

TWYFORD (17) y otros declaran que muestrear cerca de la iniciación floral permite un margen de ± 1 mes sin diferencias importantes.

Inversamente, la aparición de la flor induce cambios considerables y la edad de las hojas en posiciones definidas

3. Leaf age or rank.

A very studied point (1, 2, 5, 6, 11, 17). As first work of HEWITT and BOLAND studied only odd leaves, many scientists adopted leaf III while themselves turned rapidly to leaf II.

E. LAHAV (11) points out that ideal choice is different according to elements. Leaf I was better as leaf III for P, S or Ca deficiencies, but showed poor value for K and Mg (16). Therefore :

- sampling standardization will be a compromise, keeping necessity of special techniques for specific problems ;
- value scales differ nearly always from leaf to leaf.

Numbering of leaves on shooted plants is a very urgent problem to be solved by this Seminar, as discrepancies up to two leaves have been encountered. Flower primordia initiation appears as if it would occur out of the rythm of leaf differentiations, thus «surprising» developing leaf primordia at various stages, hence all possible intermediaries between spathes, bracteas and leaves.

On unshooted plants, leaf emission rythm can vary from 3 days to 6 weeks (varieties, stages, local and seasonal climate). Therefore **chronological and even physiological age of a leaf in a given position is not fixed**, except for leaf I (choice of DUMAS). It would be necessary to «modulate» choices of other ranks, but how to assess physiological ages ?

Stage to heart leaf (BOLAND, LAHAV) should allow to interpolate between ages defined by ranks, but it interferes too by cyclic effects.

4. Leaf section.

A much less studies point, limited here to lamina. According to known longitudinal gradients (10, 17), sampling at mid-length or in broadest part (see fig. 1) gives different results.

Fig. 2 presents a small part of unpublished results of DUMAS (3). In younger plants and leaves, K may vary from 7 % to 3 % in the same leaf.

Across gradients are of same importance as along gradients and of still more severe consequences : for 'Dwarf Cavendish' at harvest, K level of 2,8 % is somewhat low for «zone 1/3» but could be high for the whole lamina strip.

Other example (9) in table 2 : loss of a slight marginal portion (scorch, Cordana, wind, sampling hazard) may modify composition of the strip.

Gradients may be inverted by deficiencies (16). Thus sensitivity to nutritional changes differ according to zones of lamina ; this led DUMAS to choose a portion close to midrib. On the other hand he stated that marginal and

empieza a aumentar.

3. Edad o orden de la hoja.

Un punto muy estudiado (1, 2, 5, 6, 11, 17). El primer trabajo de HEWITT y BOLAND, que estudiaba sólo las hojas impares, condujo a muchos investigadores a adoptar la hoja III mientras que los dos mencionados volvieron pronto hacia la hoja II.

E. LAHAV (11) subraya que **la elección ideal difiere según los elementos**. La hoja I fué mejor que la hoja III para deficiencias de P, S o Ca, pero mostró poco valor para K y Mg (16). En consecuencia :

- la estandarización del muestreo será un compromiso y no suprimirá la necesidad de técnicas específicas para ciertos problemas ;
- las escalas de valores difieren casi siempre de hoja a hoja.

La numeración de las hojas en plantas con flor o racimo es un problema muy urgente que este Seminario debe resolver, pues hasta dos hojas de diferencia fueron comprobadas. Parece como si la iniciación de las primordia florales sobreviniese fuera del ritmo de diferenciación de hojas, entonces «sorprendiendo» los primordia de hojas en distintos estadios, de donde vendrían todos los intermediarios posibles entre espatas, bracteas y hojas.

En plantas sin flor, el ritmo de emisión foliar puede variar de 3 días hasta 6 semanas (variedades, estadios, clima local y estacional). Entonces, **la edad cronológica y aun fisiológica de una hoja en una cierta posición no está fijada**, excepto para la hoja I (elección de DUMAS). Sería necesario «modular» la elección de otros ordenes, pero ¿ como determinar las edades fisiológicas ?

El estadio del «cigar» (BOLAND, LAHAV) debería permitir la interpolación entre edades definidas por ordenes, pero adicionalmente eso interfiere por efectos cíclicos.

4. Sección de hoja.

Un punto mucho menos estudiado, aquí limitado al limbo. Según los **gradientes longitudinales** conocidos (10, 17), muestrear a media longitud o en la parte mas ancha (v. fig. 1) da resultados diferentes.

La fig. 2 presenta una pequeña parte de los resultados non publicados de DUMAS (3). En plantas y hojas mas jóvenes, K puede variar de 7 % hasta 3 % en la misma hoja.

Los **gradientes transversales** tienen la misma importancia y aún una mayor severidad : para 'Enana' a la cosecha, un nivel de 2,8 % para K es mas o menos bajo para la zona 1/3, mientras podría ser alto para la faja entera de limbo.

Otro ejemplo (9) en tabla 2 : la perdida de una pequeña

apical zones had greater variability ; this is not evident here, but this point requires further review (see footnote), as ratio between nutritional variations and own variability should only be considered.

5. Various causes.

Geographical orientation and self-shadowing have been investigated by LAHAV (10). Other causes are possible, but this article aims merely to sensitize to main sources of error.

VARIATIONS FROM EXTERNAL ORIGIN.

Water, climatic factors and parasitism are the main factors.

Two cases should be distinguished :

1. The factor acts **by itself and in a limiting way (in its absolute sense : BLACKMAN's law)** : with very strong drought, complete root destruction, etc., **leaf levels are of no significance for fertilization**, as they can be modified regardless to nutritional power of the medium.

2. The factor acts relatively, by two (cumulatable) ways :

a) **modification of mineral nutrition**. Thus the factor may act partly through its intermediary : see table 3 ; although slight, calcium increase may improve plant behavior because of strong potassium unbalance. Moderate drought has been invoked to rise potassium availability in soils, hence possible unbalances leading to fruit quality problems.

b) **modification of efficiency** of a given nutritional status. Table 4 proceeds from partly published work (13), in which artificial shadow and differential nutritions started late in plant's life. Light reduction tends to modify K and Mg levels, but, as main effect, increases of internal K level improve fruit growth with full ambient light while they do not with reduced light (wet season is mainly concerned).

INTERACTIONS.

1. Generality and mechanisms of interaction phenomenon

The two above described types of mechanisms are **susceptible to occur between any factors as soon as they act (internal or external, nutritional or not)** ;

a - Factor n°1 interacts **on** factor n°2 i.e. **modifies it**. This type is encountered too in physiological effects of competition (specially between cations), dilution, or reciprocal driving in absorption and translocation.

b - Factor n°1 interacts **with** factor n°2, whatever the causes of their changes are linked or not, i.e. **modifies its affect**. Note that a statistician would not consider «a» type as an «interaction», but as an «effect» or mere action. The physiological terms «synergy» and «antagonism» were originally reserved to «b» type interactions.

Fruits - 1976, vol. 31, n°4-5, p. 302-303, paragraphe 5).

porción de la margen (quemaduras, Cordana, viento, accidente de muestreo) puede modificar la composición de la faja.

Los gradientes pueden ser **invertidos** por deficiencias (16). Así pues la sensibilidad a los cambios de nutrición **difiere según las zonas** del limbo ; esto condujo a DUMAS a elegir una parte próxima al nervio. Adicionalmente indicaba que las zonas marginales y apicales tenían una mayor variabilidad. No es esto evidente aquí, pero este punto necesitará apuntalamientos ulteriores (v. nota de pié) porque sólo importa la relación entre variaciones nutricionales y variabilidad propia.

5. Distintas causas.

La orientación geográfica y la **auto-sombra** fueron estudiadas por LAHAV (10). Otras causas pueden existir, pero este artículo no quiere más que sensibilizar a las principales fuentes de error.

VARIACIONES DE ORIGEN EXTERIOR.

El agua, los factores climáticos y el parasitismo son los factores principales. Hay que distinguir dos casos :

1. El factor obra **por sí mismo y de manera limitante (en su sentido absoluto : ley de BLACKMAN)**. En casos de sequía extrema, de destrucción completa de las raíces, etc., los niveles foliares **no tienen ninguna significación para la fertilización**, pues ellos pueden ser modificados sin relación con el potencial nutritivo del medio.

2. El factor obra de manera relativa, de dos modos (cumulables) :

a - **Modificación de la nutrición mineral**. Entonces el factor puede obrar por parte a través de ella : v. tabla 3 ; aunque débil, la aumentación del calcio puede tener consecuencias con motivo del fuerte exceso de potasio. Una sequía moderada puede aumentar la disponibilidad del potasio en el suelo y desequilibrios causando problemas de calidad del fruto pudieron ser atribuidos a ese hecho.

b - **Modificación de la eficacia** de un estadio dado de nutrición. La tabla 4 procede de un trabajo parcialmente publicado (13), en el cual la sombra artificial y las diferentes nutriciones fueron aplicadas tarde en la vida de la planta. La disminución de la luz lleva una tendencia a modificar los niveles de K y Mg, pero su mayor efecto es que los aumentos del nivel interno de K mejoran el crecimiento del fruto en luz ambiente completa pero no lo modifican en luz reducida (se trata principalmente de la estación húmeda).

INTERACCIONES.

1. Generalidad y mecanismos del fenómeno de interacción.

Los dos tipos de mecanismos descritos aquí arriba **pueden ocurrir entre factores cualesquiera luego que obran (internos**

2. Application to sampling problem.

In addition to interactions mentioned in preceding chapters (list in french text), table 5 (8) shows that :

- higher N level may occur in leaf II or III : plant age or seasonal effect ;
- drop of K level with increasing leaf age is greater in 2/3 zone, in spite of its lower contents ; it disappears in 1/3 at second sampling, in 2/3 at third sampling (ternary interaction : gradient x leaf age x plant age or season) ;
- this ternary interaction holds, although somewhat confused, for Ca and Mg.

CONSEQUENCES AND RECOMMENDATIONS.

1. Impossibility in 1975 of international use of data.

It is clear from preceding chapters and fig. 1 that each team of scientists obtains figures referring to a distinct scale of values. But this may be only implicit because of lack of complete precisions from authors or of suitable awareness from readers.

In addition, interaction possibilities make extrapolating very delicate, specially if more than one variation factor is involved.

A situation of «Babel tower» results from misleading appearance of the same signification scale for the % (or p.p.m.) used by every one whilst they really differ as much as pounds from kilograms. Each team faces foreign publications as a treasure without keys or, worst, tries to read ciphered messages with a false code.

2. Towards an outcome.

a - The gestation.

Nothing resulted from vows of previous banana meetings (see french text), because they were not designed to suggest proper ways : who should change or not ?

The international group on banana leaf analysis started 1970 by mail. Present first meeting was prepared by a very long work by mail and trips, in order to enquire and then to suggest practical work lines which could be accepted by every one : FAO Banana Conference (Guayaquil 1972) and (14).

It is encouraging to find in Seminar's program many papers turned to bring nearer.

b - Objectiveness and efficacy.

We must heartily thank the Rector E. FERNANDEZ-CALDAS to have allowed this strong and representative «sampling of banana samplers» to meet. For whole profit, we suggest three steps :

o externos, nutricionales o no) :

a) El factor nº1 interacciona sobre el factor nº2, es decir le modifica. Este tipo se encuentra en los efectos fisiológicos de competición (especialmente entre cationes), de arrastre reciproco en la absorción o en el transporte, y de dilución.

b) El factor nº1 interacciona con el factor nº2, sean las causas de sus modificaciones ligadas o no, es decir modifica sus efectos. Notará uno que por la estadística el tipo «a» no es una «interacción», sino un «efecto» o acción sencilla. Los términos fisiológicos «sinergia» y «antagonismo» fueron originalmente reservados a las interacciones del tipo «b».

2. Aplicación a los problemas del muestreo.

Adicionalmente a las interacciones mencionadas en los capítulos anteriores (lista en texto francés), la tabla 5 (8) muestra que :

- el nivel máximo de N puede encontrarse en la hoja II o III : efecto de la edad de la planta o de la estación ;
- la disminución del nivel de K con el aumento de la edad de la hoja es mayor en la zona 2/3, a pesar de su menor contenido ; esta disminución desaparece en el 1/3 al segundo muestreo y en el 2/3 al tercer muestreo (interacción triple : gradiente x edad de la hoja x edad de la planta o estación) ;
- esta triple interacción se encuentra, aunque mas confusa, para Ca y Mg.

CONSECUENCIAS Y RECOMENDACIONES.

1. Imposibilidad en 1975 de un uso internacional de los datos.

Del capítulo precedente y de la fig. 1 resulta claramente que cada equipo de investigadores obtiene cifras que se refieren a distintas escalas de valores. Pero estas pueden estar sólo implícitas por falta de precisiones completas de los autores o de información de los lectores.

Además, las posibilidades de interacción producen riesgos grandes para la transposición, especialmente cuando mas de un factor de variación está concernido.

El uso por cada uno de los mismos % (o p.p.m.) resulta en una situación de «torre de Babel», porque tienen la apariencia engañosa de una misma escala de significación, mientras difieren realmente tanto como libras difieren de kilogramos.

Cada equipo se encuentra frente a las publicaciones extranjeras como a un tesoro sin llaves o, peor, intenta leer mensajes cifrados con un código falso.

1. Very **objective** presentation of available **data** : every scientist was right in his choice, every other one was right too ...

2. **Thinking back** by each participant, then **discussions**, in order to distinguish between grounds of choices :

- those of historical and more or less casual origin,
- those corresponding to knowledge of universal value about banana,
- those resulting from local conditions which cannot be overcome.

3. Taking up of concrete **decisions**, **engaging** the future (not forgetting points of view of non attending colleagues).

Sampling standardization will necessarily need compromises between scientists, and time : past capital to preserve for someones, perhaps subsisting contradictions ... But there is no doubt that it will be better for every one to hold keys of a big collective treasure, even with small blocked up compartments, than to keep individual safe-boxes, whatever the part of wealth some could consider to grasp in them.

2. Hacia una salida.

a) La gestación.

Nada resultó de los votos de las reuniones plataneras precedentes (v. texto francés), porque no estaban concebidas para sugerir vías : ¿ quién debería cambiar o no cambiar ?

El grupo internacional de análisis foliar del plátano empezó en 1970 por correspondencia. Esta primera reunión fué preparada por un muy largo trabajo de correo y viajes para informarnos, y luego sugerir líneas prácticas de trabajo aceptables por cada uno : Conferencia platanera FAO (Guayaquil 1972) y (14).

Es esperanzador encontrar en el programa del Seminario muchos trabajos orientados hacia una aproximación.

b) Objetividad y eficacia.

Debemos agradecer profundamente al Rector E. FERNANDEZ-CALDAS el haber hecho posible que se reúna este importante y representativo «muestreo de muestreadores». Para aprovecharlo al máximo, sugerimos tres etapas :

1. presentación muy **objetiva** de los **datos** disponibles : cada investigador tenía razón cuando eligió su técnica, pero cada otro también tenía razón ...

2. **Reflexión** por cada participante, y luego **discusiones**, para distinguir entre los motivos de elección :

- los que tienen un origen histórico y mas o menos fortuita ;
- los que corresponden a un conocimiento de valor universal sobre el plátano ;
- los que resultan de condiciones locales objetivamente determinantes.

3. Toma de **decisiones** concretas, **empeñando** el futuro (sin olvidar los puntos de vista de los ausentes).

La estandarización del muestreo necesitará obligatoriamente compromisos entre los investigadores, y tiempo : «capital» antiguo que guardar para unos, quizás contradicciones subsistentes ... Pero no cabe duda que será mejor para cada uno llevar las llaves de un fuerte tesoro colectivo, aunque sean bloqueadas algunas casillitas, que conservar cajas fuertes individuales, cualquiera que fuere la parte de riqueza que algunos pudiesen pensar que la tuviesen encerrada en ellas.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOLAND (D.E.).

The development of a technique for leaf analysis of banana plants. 1ère Réunion internationale sur la Production bananière FAO/CCTA., comm. n°14, Abidjan, 1960.

2. DUMAS (J).

Station centrale des Cultures fruitières, Kindia, Guinée. Rapport annuel, 6e partie : nutrition végétale, 1952, 1953.

3. DUMAS (J.).

Etude de la feuille du bananier pour échantillonnage dans les essais et les plantations. in : Nutrition minérale et engrais, p. 54-57, ed. IRFA, Paris, 1959.

4. DUMAS (J.).

Contrôle de nutrition de quelques bananeraies dans trois territoires africains. Fruits, vol. 15, n°6, p. 277-290, 1960.

5. HEWITT (C.W.).
Leaf analysis : bananas.
Dep. agric. Jamaica, Bull. n°53, p. 10, 1953.
6. HEWITT (C.W.).
Leaf analysis as a guide to the nutrition of bananas.
Emp. J. exp. Agric., vol. 32, n°89, p. 11-16, 1953.
7. LACOEUILHE (J.J.), MARCHAL (J.), MARTIN (Ph.).
Essai doses d'engrais NK et de nématocide (Côte d'Ivoire) : analyse foliaire.
Réunion annuelle IRFA, doc. n°117, 1969.
8. LACOEUILHE (J.J.) et MARTIN-PREVEL (P.).
Essai magnésie Neufchâteau : analyse foliaire (1er cycle).
Réunion annuelle IRFA, doc. n°64, 1966.
9. LACOEUILHE (J.J.), MOREAU (B.) et MARTIN-PREVEL (P.).
Brunissure du limbe en Equateur : analyse foliaire.
Réunion annuelle IRFA, doc. n°86, 1966.
10. LAHAV (E.).
Facteurs influençant la teneur en potassium dans la troisième feuille du rejet de bananier.
Fruits, vol. 27, n°9, p. 585-590, 1972.
11. LAHAV (E.).
Le rôle de l'analyse des parties de la plante pour déterminer le niveau potassique du bananier.
Fruits, vol. 23, n°12, p. 855-864, 1972.
12. MARTIN-PREVEL (P.).
Nature et signification de divers modes d'échantillonnage en agro-physiologie.
Biométrie - Praximétrie, vol. VIII, n°2, p. 69-83, 1967.
13. MARTIN-PREVEL (P.).
Influence de la nutrition potassique sur les fonctions physiologiques et la qualité de la production chez quelques plantes tropicales.
Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux, ed. Institut international de la Potasse, p. 233-248, 1973.
14. MARTIN-PREVEL (P.).
Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. Résultats d'une enquête internationale et propositions en vue d'une référence commune.
Fruits, vol. 29, n°9, p. 583-588, 1974.
15. MARTIN-PREVEL (P.), LACOEUILHE (J.J.) et MARCHAL (J.).
Orientations du diagnostic foliaire du bananier.
Fruits, vol. 24, n°3, p. 153-161, 1969.
16. MARTIN-PREVEL (P.), LACOEUILHE (J.J.), MARCHAL (J.), GODEFROY (J.) et MELIN (Ph.).
Études sur la nutrition minérale et l'analyse foliaire du bananier (brochure regroupant cinq articles : Carences en N, P, S - Carences en K, Ca, Mg - les oligo-éléments Cu, Fe, Mn, Zn - Un cas de carence en phosphore en bananeraie - Le soufre et le bananier).
Fruits, vol. 26, n°3, p. 161-167 ; n°4, p. 243-253 ; n°7-8, p. 483-520 ; n°10, p. 659-662, 1971. vol. 27, n°3, p. 167-177, 1972.
17. TWYFORD (I.T.) et COULTER (J.K.).
Foliar diagnosis in banana fertilizer trials.
in : *Plant Analysis and Fertilizer Problems*, p. 409-430, ed. Amer. Inst. Biol. Sci., Washington, 1964.

LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

engrais

