

4
INSTITUT FRANCAIS DU CAFE, DU CACAO
et autres plantes stimulantes
I.F.C.C.

CENTRE DE RECHERCHES DU CAMEROUN
-----+-----

3^e Conférence sur les Recherches
Cacaoyères, Accra, nov. 1969,
p. 207, 208

RESULTATS DE DIX ANS DE CONTROLE D'UN ESSAI
DE FERTILISATION MINERALE SUR CACAOYERS,
EN FORET SECONDAIRE AMENAGEE,
A LA STATION DE NKOEMVONE
(CAMEROUN)

par

J. LIABEUF,

et

R. LOTODE,

Directeur de l'IFCC au Cameroun

Chef de la Section de Biométrie

Les difficultés de mise au point de dispositifs expérimentaux, statistiquement valables, adaptés à la cacaoyère paysanne, sous forêt secondaire aménagée, ont amené à concevoir des essais en station, pour l'étude de la fertilisation minérale, sous une forme originale.

En effet, la Station du Cacaoyer de Nkoemvone disposait, en 1959, d'une collection de neuf mille cacaoyers d'origine locale, plantés en 1950, dont les récoltes avaient été contrôlées depuis le début de leur fructification et enregistrées sur fiches individuelles perforées.

Le dépouillement de ces fiches en fin de campagne 1957-1958, donc pour des arbres tout-venant âgés de 7 ans, avait permis de constater que 14 % des arbres avaient donné plus d'un kilo de cacao sec à la dernière récolte. C'est parmi ces arbres que risquaient d'être choisis les sujets d'élite pour la sélection végétative. Il restait donc plus de sept mille cacaoyers du même âge, parfaitement connus, ayant subi depuis leur plantation des soins culturaux identiques, dont les rendements n'étaient pas suffisants pour être retenus comme "tête de clone", mais dont un bon nombre était constitué de sujets moyens bien représentatifs de la cacaoyère traditionnelle.

20 OCT. 1983

.../...

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3460ex1

Cote : B

B 3460ex1

Il fut décidé, en 1959, de constituer, parmi ces sept mille cacaoyers disponibles, une population ayant des productions moyennes annuelles voisines comprises entre 200 à 700 grammes de cacao sec par arbre, pendant trois années consécutives à 7, 8 et 9 ans, en choisissant des fiches représentant des cacaoyers ne se trouvant pas en positions contiguës et répondant à ces normes de production, pour mettre en place un essai de fertilisation minérale.

I - CARACTERISTIQUES DU MILIEU

Localisation : Station du Cacaoyer de Nkoemvone.

Altitude : 600 mètres.

Climat : de type équatorial à quatre saisons marquées, dont deux saisons sèches en Juillet-Août et Décembre-Janvier-Février.

Pluviométrie : 1.800 millimètres en moyenne, répartis en 110 à 120 jours de pluie.

Sols : jaunes avec horizon humifère en surface et horizon homogène argileux à structure fondue, compact en profondeur. Profil plus ou moins profond avec parfois présence d'horizon gravillonnaire à 50 centimètres, un mètre ou plus.

Les taux de matière organique en surface varient de 2,7 à 4,1 %. Les sols sont pauvres en bases échangeables et totales, mieux pourvus en azote et en phosphore, leur pH est voisin de 5. Ces sols jaunes latéritiques couvrent une surface importante dans la zone cacaoyère camerounaise.

Ombrage : de forêt secondaire aménagée : essences spontanées à dominante de Légumineuses. Intensité de l'éclairement variant de 40 à 50 %.

Couverture du sol : tapis plus ou moins continu de graminées où dominant les Paspalum, souvent en mélange avec des Desmodium. Dans les plages où la plantation est fermée, le sol est recouvert de feuilles mortes de cacaoyers sans présence d'aucune végétation.

Techniques culturales :

- Arbres espacés de 3m,50 en tous sens.
- Taille d'entretien.
- Traitements phytosanitaires : par an, 8 contre la pourriture brune des cabosses et 2 contre les Mirides du cacaoyer si besoin est, après test.
- Fauchages réguliers à la matchette.

.../...

II - BUT DE L'ESSAI

Il s'agit :

- 1) de déterminer l'élément le plus marquant d'une fumure complète NPK. L'équilibre retenu est 1-2-1,
- 2) de rechercher la dose la plus économique d'une fumure complète NPK.

III - IMPLANTATION

Cet essai a débuté en Mars 1959 et a été clos en Mars 1969.

IV - PROTOCOLE

1) Dispositif expérimental

Le plan est entièrement randomisé avec cent répétitions par traitement.

Des groupes de cent pieds, correspondant à chaque traitement, ont été constitués en triant au hasard cent fiches individuelles parmi les fiches choisies.

1. La production exacte de chaque arbre est parfaitement connue avant l'application des traitements.
2. Les pieds ont été choisis avec des potentiels de production aussi voisins que possible.
3. Ils ont tous le même âge et ont subi les mêmes façons culturales.
4. L'influence de l'ombrage est très atténuée puisque les arbres, pris individuellement, sont répartis au hasard dans plus de dix hectares de forêt.
5. L'influence de l'hétérogénéité du sol est atténuée pour les mêmes raisons.

Le système racinaire superficiel d'un cacaoyer de dix ans se répartit dans une zone autour du tronc dont le rayon varie de 2m,50 à 3m,50. Les arbres étant espacés de 3m,50 en tous sens, les chevelus de deux cacaoyers voisins sont intimement mêlés. Afin d'éviter tout effet de bordure, le traitement appliqué à un arbre, l'est également aux huit arbres contigus, qui n'interviennent pas dans l'essai.

.../...

2) Traitements

6 traitements sont comparés à un témoin :
NP - NK - PK - NPK1 - NPK2 - NPK3.

L'azote est apporté sous forme de perlurée à 45 % de N.

Le phosphore est apporté sous forme de phosphate bicalcique à 38 % de P₂O₅.

Le potassium est apporté sous forme de chlorure de potassium à 60 % de K₂O.

Épandages - Doses

- L'épandage est effectué en deux fois, la moitié de la dose avant chaque saison des pluies (Mars et Août) à l'aplomb de la couronne, en surface sur le sol dégagé des débris végétaux, puis l'engrais est recouvert avec ces mêmes débris.

Les doses employées ont été les suivantes par pied :

- N : perlurée 150 grammes
- P : phosphate bicalcique 360 grammes
- K : chlorure de potassium 120 grammes.

La fumure complète NPK1 = F1 correspond à l'association des 3 éléments aux doses mentionnées ci-dessus. Cette dose F1 est comparée à une dose F2 = NPK2 = 2/3 NPK1 et à une dose F3 = NPK3 = 4/3 NPK1.

Ces doses ont été triplées en 1968.

V - HOMOGENEITE DES GROUPES AVANT L'ESSAI.

L'homogénéité des groupes de cent arbres a été vérifiée avant tout traitement.

3 groupes ont été étudiés pour 7 réellement utilisés en analysant la dernière récolte avant la mise en place de l'essai.

Analyse de la récolte avant la mise en place de l'essai

Classes en gr. de fèves fraîches	T	NP	NK	PK	NPK1	NPK2	NPK3	8ème groupe
	n	n	n	n	n	n	n	n
4000 - 4500	1		1					
3500 - 4000	3				1		1	
3000 - 3500	3		1					3
2500 - 3000	1	2		1	1	2	3	2
2000 - 2500	14	13	6	10	8	9	10	10
1500 - 2000	22	20	22	22	25	26	19	19
1000 - 1500	28	38	33	33	29	28	42	38
500 - 1000	22	17	22	26	26	24	16	19
0 - 500	6	5	10	3	3	8	6	8

Tableau d'analyse de la variance

Origine de la variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté	Variance
Entre traitements	10,721	7	1,531
- de l'erreur	1.212,839	761	1,593
- totale	1.223,56	768	

$$F = \frac{1,531}{1,593} = 0,96 \neq 1, \text{ ce qui prouve que les groupes sont très homogènes au départ.}$$

VI - RESULTATS

Les analyses des récoltes année par année n'ont pas donné de différences significatives entre les traitements tout au long de l'expérimentation.

Ce n'est qu'en 1964 que l'examen des récoltes cumulées a permis de mettre en évidence que l'apport de potassium semblait entraîner une augmentation de la récolte.

A partir de 1965, on constate toujours en examinant les récoltes cumulées, que les parcelles recevant les éléments P et K associés ont un rendement supérieur à celles n'en ayant pas reçu. Cette tendance s'est confirmée les quatre années suivantes.

1) Analyse de la récolte cumulée sur 10 ans : 1959-1969

Les résultats sont exprimés en grammes de fèves fraîches.

Les moyennes et écarts-types intragroupes des productions cumulées se répartissent ainsi :

Traitements	m (en gr.)	s^2 (en milliers de gr.)	s (en gr.)	Nbre arbres survivants
NP	10.456	32.505	5.701	71
NK	10.710	41.870	6.471	55
PK	14.244	50.582	7.112	71
NPK1	12.503	39.718	6.302	69
NPK2	13.830	56.289	7.503	78
NPK3	12.031	32.338	5.704	70
Témoin	11.794	71.287	8.443	56

.../...

On constate que le rapport des variances extrêmes (2,2) est trop grand d'après la table de HARTLEY. Le coefficient de corrélation linéaire entre moyennes et écarts-types est de 0,413 inférieur au seuil de signification. Le groupe "témoin" apparaît comme élément perturbateur. En effet, si on l'élimine, le coefficient de corrélation linéaire, entre les 6 points restant, monte à 0,773, très proche de la signification (r limite = 0,811). On est alors amené à penser qu'une transformation logarithmique des données améliorera la distribution des variances.

Après transformation, le tableau des moyennes et variances intragroupes s'établit ainsi :

	m	s ²
NP	3,96431	0,047392
NK	3,96296	0,057471
PK	4,10211	0,046324
NPK1	4,04163	0,051246
NPK2	4,07872	0,057432
NPK3	4,02926	0,048940
Témoin	3,98322	0,078357

Le test de BARLETT conduit à un X^2 de 6,35. Or X^2 0,05, pour 6 degrés de liberté, atteint 12,59. Nous sommes donc en droit de considérer l'ensemble de ces variances comme un lot homogène.

L'analyse de variance des données transformées est alors possible :

Source de variation	Somme des carrés des écarts	Degrés de liberté	Carré moyen	Fc	Ft0,05	Ft0,01	Ft0,001
Totale	26,673	472					
Traitement	1,255	6	0,20917	3,83	2,30	2,82	3,82
Résiduelle	25,418	466	0,054545		C.V. = 6%		

Les différences entre moyennes de traitements sont hautement significatives.

Le test de KEULS utilisé pour la comparaison multiple des moyennes conduit au classement suivant :

→						
PK	F2	F1	F3	Té	NP	NK
4,10211	4,07872	4,04163	4,02926	3,98722	3,96831	3,96296
(Moyennes après transformation logarithmique)						
14.244	13.830	12.503	12.031	11.794	10.456	10.710
(Moyennes brutes en grammes)						

(Les groupes non différents par leurs moyennes sont inclus dans le même crochet).

.../...

En conclusion, les groupes recevant l'association P-K sont en tête mais seuls :

- PK est supérieur à NK, NP, Témoin ;
- F2 est supérieur à NK, NP.

L'observation du classement semble indiquer que N pourrait avoir une action dépressive :

- le traitement sans N est en tête, suivi des groupes recevant une fumure complète de telle sorte que l'augmentation de la dose de N provoque une diminution du rendement. (Notons bien que ce n'est pas significatif);
- vient ensuite le témoin, lui-même supérieur (non significativement au seuil 5 %) aux groupes recevant de l'azote associée à l'un seulement des deux éléments P et K.

La comparaison globale des groupes associant P et K contre les autres donne les résultats suivants :

$$\begin{aligned} \text{groupes avec PK} - m &= 4,06376 \\ & s^2 = 0,051476 \\ \text{groupes sans PK} - m &= 3,96968 \\ & s^2 = 0,059360. \end{aligned}$$

Le t correspondant (4,20) indique que l'association PK a une influence positive sur la moyenne de production.

Si l'on revient aux données brutes, les moyennes sont (en grammes) :

$$\begin{aligned} \text{avec PK} &= 13.183 \\ \text{sans PK} &= 10.943 \end{aligned}$$

Cela revient à une augmentation de production de 2.240 gr. de fèves fraîches par arbre sur 10 ans (augmentation de 20 % environ).

Cette association est à retenir et doit être reprise dans une nouvelle expérience afin de déterminer les doses optima et de voir si avec des hybrides à potentiel de production élevé, l'application devient rentable. Elle ne l'est pas dans notre expérience car il est bien évident que la production de 2.240 gr. de fèves fraîches supplémentaires, soit 900 gr. de cacao sec environ ne compense pas le coût de l'application pendant 10 ans d'un complexe d'engrais P/K de 500 gr. environ, annuellement, soit 5 kg.

.../...

2) Analyse de la récolte cumulée des trois dernières années

Après transformation logarithmique des cumuls, nous obtenons le tableau suivant :

	Moyenne des données brutes	Moyenne des données transformées	Variance après transformation
NP	3.273	3,39603	0,11377
NK	2.826	3,30556	0,14773
PK	5.023	3,61877	0,08360
NPK1	4.156	3,51238	0,11579
NPK2	4.326	3,54558	0,08576
NPK3	4.014	3,47328	0,14163
Témoin	3.224	3,55010	0,17877

La dispersion des variances est plus grande dans le cumul sur 3 ans (ce qui est normal). Le test de BARTLETT donne un X² de 15,27 un peu supérieur à la limite (12,59). On peut, à la rigueur, effectuer l'analyse de variance.

S. V.	S. C. E.	d.d.1	C. M.	Fc	Ft0,05	Ft0,001
Totale	60,69448	469				
Traitement	4,81951	6	0,80325	6,66	2,30	3,82
Résiduelle	55,87497	463	0,1207	C.V. = 10 %		

Les différences entre moyennes sont très hautement significatives.

Le test de KEULS conduit à la classification suivante :

PK	F2	F1	F3	NP	Témoin	NK
3,61877	3,54558	3,51238	3,47328	3,39603	3,35010	3,30556
(Moyennes après transformation)						
5.023	4.326	4.156	4.014	3.273	3.224	2.826
(Moyennes brutes en grammes).						

Les écarts sont plus accentués que lorsqu'on analyse les cumuls sur 10 ans et les groupes sont nettement plus séparés.

Notamment :

- tous les groupes recevant PK sont, séparément, supérieurs à chaque groupe ne recevant pas cette association.

.../...

Les conclusions de la première analyse sont renforcées.
L'action dépressive de N apparaît un peu plus nettement. Le groupe
PK n'est pas loin d'être supérieur à NPK1 (mêmes doses P et K) au
seuil 0,05. Il le devient en prenant un seuil de probabilité de
0,08 environ./-

* *

*

YAOUNDE, le 1er SEPTEMBRE 1969