RESULTATS DE 10 ANS DE CONTROLE D'UN ESSAI DE FERTILISATION MINERALE SUR CACAOYERS EN FORET SECONDAIRE AMENAGEE, A LA STATION DE NKOEMVONE

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire
N° : 16 513, ex 1
Cote : B
23 JANV. 1985

J. LIABEUF ET R. LOTODE
Centre de Recherches de l'I.F.C.C. au Cameroun

RÉSUMÉ

L'essai a été entrepris dans une cacaoyère âgée de 9 ans au départ, installée dans une forêt secondaire aménagée, sur un sol relativement pauvre (pH le plus souvent inférieur à 5, très faible quantité de bases échangeables). Le plan d'expérience est original pour un essai d'engrais puisqu'il s'agit d'un plan entièrement randomisé.

Un millier d'arbres non contigus présentant la même allure de production au cours des années ayant précédé la première application d'engrais ont été choisis dans les parcelles de collection. Les groupes de 100 arbres ont été tirés au sort. Les cacaoyers de chaque groupe reçoivent le même traitement ainsi que tous les pieds contigus.

L'analyse du cumul des productions arbre par arbre pendant 10 ans conduit aux résultats suivants:

— l'association des éléments P et K provoque une augmentation de production significative;

— l'azote semble avoir un effet dépressif (Cette action n'est pas loin du seuil de signification quand on analyse le cumul des trois dernières années).

RESULTS OF TEN YEARS OF MINERAL FERTILIZER TRIAL ON CACAO IN A SECONDARY FOREST AT NKOEMVONE STATION, CAMEROON

SUMMARY

The trial was undertaken on a cacao farm of nine years old and above, in the heart of a cleared secondary forest, on a relatively poor soil (pH generally below 5, and low exchangeable bases). The experimental design of the trial is original since it is a plan devised entirely by chance.

About one thousand trees, not contiguous, but having the same rate of production over several years before the first application of manure, were chosen and divided into small plots, each with one hundred trees. The cacao trees in each group were given the same treatment.

The analysis of tree production within the 10 years suggests the following results:

(1) the combination of P and K causes a significant increase in production; and

(2) the nitrogen seems to have a depressive effect.

RESULTADOS DE DEZ ANOS DE PROVAS DE ADUBO MINERAL NO CACAU NUMA FLORESTA SECUNDÁRIA NO CENTRO DE NKOEMVONE, NO CAMARÃO

SUMARIO

A prova foi efetuada numa plantação de cacau com 9 anos de idade ou mais, no coração de uma floresta secundária que tinha sido desbravada, em solo relativamente pobre (pH geralmente abaixo de 5 e com bases permutáveis escassas). O plano experimental da prova é original, já que foi elaborado inteiramente por acaso

Cêrca de mil árvores, não contíguas mas com o mesmo índice de produção durante vários anos antes da primeira aplicação de estrume, foram escolhidas e dividas em pequenos lotes, cada um com cem árvores. Os cacaueiros de cada grupo receberam o mesmo tratamento.

A análise da produção árvore por árvore no período de 10 anos leva aos seguintes resultados:

(1) —a combinação de P e K causa um aumentognificativo de produção;

(2) —o nitrogênio perece ter um efeito depressor.

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 1957–58, 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

3ème conférence internationale sur les recherches cacaoyères. Accra, Ghana. 23-29 novembre 1969.

23

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.

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 dominent 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 3 m, 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 2 m, 50 à 3 m, 50. Les arbres étant espacés de 3 m, 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 P205.
Le potassium est apporté sous forme de chlorure de potassium à 60 % de K20.

Epandages—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.

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

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 entrainer 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.

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	1.223,66	768	

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

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.)	Nombre d'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	32.538	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 χ^2 de 6,35. Or χ^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	26,763	472					
Traitement ..	1,255	6	0,20917	3,83	2,30	2,82	3,82
Résiduelle	25,418	466	0,054545		C. V. = 10 %		

Les différences entre moyennes de traitements sont hautement significatives.

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

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

avec PK=13.183
sans PK=10.943

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, PK, 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:

groupes avec PK—m=4,06376
s^2=0,051476
groupes sans PK—m=3,96968
s^2=0,059360

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

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 donnees butes	Moyenne des donnees transformees	Variance apres transformation
	3,273	3,39603	0,11377
NP	3 273	3,39603	0,11377
NK	2,826	3,30556	0,14773
PK	5,025	3,61877	0,08360
NPK1	4,156	3,51238	0,11579
NPK2	4,326	3,54558	0,08576
NPK	4,014	3,47328	0,14163
Temoin	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 x^2 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.I.	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.

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 NPK[1] (mêmes doses P et K) au seuil 0,05. Il le devient en prenant un seuil de probabilité de 0,08 environ.

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.

D. G. R. S. T.
DOCUMENTATION
I. R. A.
INSTITUT DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

III INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE

ACCRA, GHANA 23–29 NOVEMBER 1969

III CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES CACAOYÈRES

ACCRA, GHANA 23–29 NOVEMBRE 1969

III CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU

ACCRA, GHANA 23–29 NOVEMBRO 1969

Cocoa Research Institute, Tafo, Ghana. 1971

B 16573 B