

FERTILISATION DES JEUNES CACAOYERS EN PÉPINIÈRE

A. KONAN (*), P. JADIN (**)

INTRODUCTION

Le climat de ces dernières années en Côte d'Ivoire est marqué par une longue et importante sécheresse, qui entraîne des fluctuations dans la production de cacao et des difficultés sérieuses lors de l'installation de nouvelles plantations de cacaoyers. Face à cette situation, un accent particulier doit être mis sur la nécessité d'utiliser des plants vigoureux pour réussir une plantation, comme cela a été démontré en Malaisie où l'on enregistre une augmentation significative des six premières productions des plants vigoureux en pépinière par rapport à des plants moyens.

Les essais d'engrais réalisés en vue d'augmenter la vigueur des jeunes cacaoyers ont conduit à des conclusions diverses. Ainsi, Wessel préconise au Nigeria l'azote et d'autres formules N-P-K-Mg. Wirley-Birch a montré au Sabah (Malaisie) que l'azote a un effet dépressif sur la croissance des jeunes cacaoyers.

L'objectif de la présente expérimentation est de préciser, pour une terre de Côte d'Ivoire, l'effet d'une fumure N-P en pépinière et l'arrière-effet de celle-ci sur le développement des jeunes cacaoyers en plein champ.

MATÉRIELS ET MÉTHODE

Matériels

Le matériel végétal

Les fèves semées proviennent d'un mélange de cabosses de cinq hybrides issus de champs semenciers :

UPA 402 × C 410,
UPA 409 × C 1,
C 313 × C 403,
C 316 × C 307,
UPA 413 × C 1.

La terre de pépinière

La terre qui a servi à remplir les sachets utilisés en pépinière correspond à l'horizon de surface d'un sol ferrallitique moyennement désaturé de l'Est de la Côte d'Ivoire ; ses caractéristiques chimiques figurent dans le tableau I.

TABLEAU I
Caractéristiques chimiques du sol de pépinière

N total (‰)	1,33
P ₂ O ₅ total (‰)	0,75
N total/P ₂ O ₅ total	1,77
P assimilable (ppm)	17
K (méq/100 g)	0,75
Ca (méq/100 g)	3,07
Mg (méq/100 g)	0,98
S (méq/100 g)	4,80
C.E.C (méq/100 g)	7,12
V (‰)	68,5
pH	4,4

(*) Agronomie Cacao, IRCC, Station d'Abengourou, B.P. 147, Abengourou, Côte d'Ivoire.

(**) Service d'Agronomie, IRCC-CIRAD, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Les sachets de pépinière

Les sachets utilisés en pépinière sont des sachets en polyéthylène noir de 28 cm de hauteur, de 10 cm de diamètre lorsqu'ils sont remplis et de capacité moyenne égale à 3 500 g de sol sec.

Méthode

Traitements

Cinq traitements ont été étudiés :

- Témoin sans engrais (N0P0).
- Apport de 0,46 g d'azote/pot à un et deux mois après la germination (N1).
- Apport de 0,92 g d'azote/pot à un et deux mois après la germination (N2).
- Correction phosphatée pour obtenir 65 ppm de P assimilable (P1).
- Correction phosphatée pour obtenir 130 ppm de P assimilable (P2).

Dispositif expérimental

Dispositif en pépinière

On a utilisé un dispositif factoriel N-P à trois niveaux, soit neuf traitements qui ont été répétés dix fois, chaque répétition étant représentée par une ligne de dix pots (voir le schéma). Dans chaque répétition, les traitements sont répartis au hasard.

Facteur 1 : Azote

- N0 = 0,00 g N,
- N1 = 0,46 g N, soit 1 g d'urée à 46 % de N,
- N2 = 0,92 g N, soit 2 g d'urée à 46 % de N.

Facteur 2 : Phosphore

- P0 = 17 ppm P assimilable,
- P1 = 65 ppm P assimilable,
- P2 = 130 ppm P assimilable.

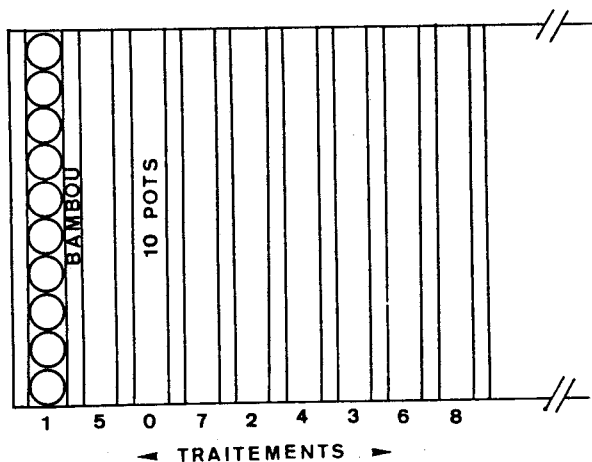


Schéma de dispositif en pépinière pour une répétition

Schéma du dispositif factoriel en pépinière

	N0	N1	N2
P0	Témoin	T1	T2
P1	T3	T4	T5
P2	T6	T7	T8

Dispositif en champ

La plantation en champ est complètement randomisée et comprend neuf traitements répétés quarante fois. Chaque répétition est représentée par un cacaoyer. Ont été plantés, sans engrais, tous les cacaoyers dont le diamètre au collet était compris entre les valeurs minimale et maximale données par la formule $\bar{X} \pm 2\sigma$.

Déroulement des opérations

Avant le remplissage des sachets, on a prélevé dix échantillons de 800 g dans le tas de terre réservé à l'expérimentation pour faire les analyses suivantes : phosphore total, phosphore assimilable, bases échangeables, capacité d'échange et pH. Les résultats de ces analyses et le coefficient de variation de chaque élément sont mentionnés dans le tableau II. Les valeurs des coefficients de variation sont apparues suffisamment faibles pour que la terre utilisée puisse être considérée comme homogène.

TABLEAU II

Calcul des coefficients de variation (%)

N	P ₀ total	P ass.	K	Ca	Mg	pH	CEC
8,9	10,7	7,8	11	5,4	9,7	1,3	5,5

Apports d'engrais et remplissage des sachets

Le phosphore

Les quantités de superphosphate triple (47 % P₂O₅) calculées pour corriger la teneur en P de 3 500 g de terre (poids moyen d'un sachet rempli de terre séchée) et porter celle-ci aux valeurs de 65 ppm de P assimilable et de 130 ppm de P assimilable ont été mélangées à la terre avant le remplissage des sachets.

L'azote

L'azote a été apporté en deux fractions sous forme d'urée à raison de 1 g/pot et 2 g/pot, un et deux mois après la germination.

Semis

Les fèves issues de trente cabosses (neuf cent fèves minimum) ont été intimement mélangées avant d'être semées.

OBSERVATIONS

Les observations ont porté sur les relevés d'existence en pépinière, la croissance des jeunes cacaoyers en pépinière (diamètre au collet) et

l'arrière-effet de l'engrais en champ (mortalité, développement du collet).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Développement du collet en pépinière

Les mesures du diamètre au collet (cm) ont été effectuées après six mois de pépinière et une semaine avant la plantation (plantation le 30 juin 1987).

TABLEAU III

Diamètre au collet (cm), moyennes des interactions N x P

	NO	N1	N2
P0	0,92	0,92	0,90
P1	0,97	0,96	0,90
P2	0,97	0,96	0,97

TABLEAU IV

Analyse de variance

Variation	S C E	D D L	F.cal. (0,05)	C.V. (%)
Totale	2,67	323		
Facteur N	0,05	2	3,84 *	
Facteur P	0,14	2	9,26 **	
Interaction N x P	0,05	4	1,66 n.s.	
Résiduelle	2,43			9,3

Le classement des moyennes (Newmann et Keuls à 5 %) est le suivant :

	Moyenne	Homogénéité des groupes
NO	0,95	(a)
N1	0,95	(a)
N2	0,92	(b)
P0	0,92	(c)
P1	0,94	(b)
P2	0,97	(a)

Le test F à 5 % ne fait pas ressortir d'interaction significative entre N et P. Les doses de phosphore améliorent significativement la croissance des jeunes cacaoyers, alors que les niveaux élevés d'azote semblent ralentir leur développement.

A la suite de ces observations, la valeur du rapport N total/P₂O₅ total théorique et le diamètre au collet des plants ont été comparés pour chaque traitement afin d'examiner s'il existe une relation entre ces deux paramètres. Les résultats figurent dans le tableau V.

TABLEAU V

Relation entre N total/P₂O₅ total et le diamètre au collet

Traitement	N t/P ₂ O ₅ t	Diamètre au collet (cm)
T6 (NOP2)	1,00	0,97
T7 (N1P2)	1,20	0,96
T3 (NOP1)	1,28	0,97
T8 (N2P2)	1,39	0,97
T4 (N1P1)	1,53	0,96
Témoin (NOP0)	1,77	0,92
T5 (N2P1)	1,78	0,90
T1 (N1P0)	2,12	0,92
T2 (N2P0)	2,47	0,90

Il est possible de remarquer que plus les rapports N total/P₂O₅ total augmentent, plus les diamètres au collet diminuent. Les meilleurs développements du cacaoyer sont obtenus pour les rapports N total/P₂O₅ total inférieurs ou égaux à 1,5 ; au-dessus de cette valeur, il y a un ralentissement notoire de la croissance des plants. Comme pour la production des cacaoyers, la croissance des jeunes cacaoyers semble dépendre étroitement du rapport N total/P₂O₅ total, dont l'optimum proposé par Jadin est égal à 1,5. Toute valeur de ce rapport supérieure à 1,5 indique la nécessité évidente d'apporter du phosphore pour le ramener au voisinage de 1,5.

A partir des valeurs du rapport N total/P₂O₅ total et du diamètre au collet, il a été possible de tracer une droite d'équation :

$$y = - 0,0564 x + 1,0323,$$

où : x représente les valeurs de N total/P₂O₅ total et y les variations du diamètre au collet (fig. 1, p. 232).

Cette droite met en évidence la relation décroissante entre l'augmentation du rapport N total/P₂O₅ total et la croissance des cacaoyers, avec un coefficient de corrélation R = - 0,8650 significatif à 1 %.

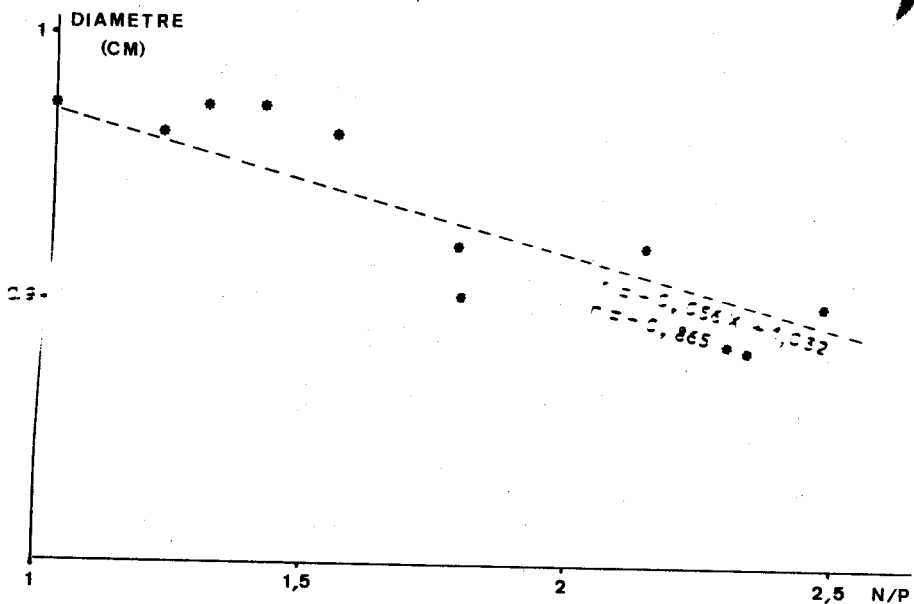


Fig. 1. — Evolution du diamètre au collet en fonction du rapport N t/P₂O₅ t

Nombre de plants vivants en pépinière

Le comptage des plants vivants en pépinière s'est avéré nécessaire à cause d'une importante mortalité observée après les apports d'urée. Les analyses, dont les résultats sont présentés dans les tableaux VI et VII, ont été effectuées sur un effectif de dix plants par traitement.

TABLEAU VI
Nombre de plants vivants sur dix, moyennes des interactions N x P

	N0	N1	N2
P0	8,3	6,4	3,8
P1	7,4	6,0	4,2
P2	8,3	6,1	4,4

TABLEAU VII
Analyse de variance

Variation	S C E	D D L	F cal. (0,05)	C.V. (%)
Totale	390,10	89		
Facteur N	224,47	2	57,72 **	
Facteur P	2,60	2	0,67 n.s.	
Interaction NxP	5,33	4	0,71 n.s.	
Résiduelle	157,50	81		

22,9

Le classement des moyennes (Newmann et Keuls à 5 %) est le suivant :

	Moyenne	Homogénéité des groupes
N0	8,0	(a)
N1	6,2	(b)
N2	4,1	(c)
P0	6,2	(a)
P1	5,9	(a)
P2	6,3	(a)

Il se dégage de l'interprétation statistique que les niveaux 1 et 2 d'azote induisent de façon significative une mortalité des jeunes plants. L'effet du phosphore et l'interaction N x P ne sont pas significatifs.

Arrière-effet de l'engrais en champ

Au niveau de la mortalité, il a été noté trois manquants sur trois cent soixante plants cinq mois après la plantation, soit un taux de mortalité de 0,8 %. Les analyses statistiques n'ont donc pas été nécessaires.

Les mesures du diamètre au collet et de la hauteur des plants, effectuées cinq mois après la plantation, ont été analysées ; les résultats sont consignés dans les tableaux VIII, IX, X et XI.

TABLEAU VIII

Diamètre au collet (cm), cinq mois après la plantation, moyennes des interactions N x P

	N0	N1	N2
P0	1,31	1,34	1,26
P1	1,36	1,33	1,21
P2	1,33	1,37	1,34

TABLEAU IX

Analyse de variance

Variation	S C E	D D L	F cal. (0,05)	C.V. (%)
Totale	20,33	242		
Facteur N	0,25	2	1,34 n.s.	
Facteur P	0,13	2	0,74 n.s.	
Interaction NxP	0,17	4	0,49 n.s.	
Résiduelle	19,79	234		

22,1

Il n'y a aucun effet significatif, cinq mois après la plantation.

TABLEAU X

Hauteur des plants (cm), cinq mois après la plantation, moyennes des interactions N x P

	N0	N1	N2
P0	65,15	67,60	63,89
P1	73,04	71,33	64,96
P2	69,19	72,26	70,90

TABLEAU XI

Analyse de variance

Variation	S C E	D D L	F cal. (0,05)	C.V. (%)
Totale	47 721,36	242		
Facteur N	796,15	2	2,04 n.s.	
Facteur P	663,93	2	1,71 n.s.	
Interaction NxP	705,88	4	0,91 n.s.	
Résiduelle	45 555,41	234		20,2

Il n'y a aucun effet significatif, cinq mois après la plantation.

Une deuxième série de mesures a eu lieu onze mois après la plantation (mai 1988) ; les analyses portent sur le diamètre au collet et les résultats sont présentés dans les tableaux XII et XIII.

TABLEAU XII

Diamètre au collet (cm), onze mois après la plantation, moyennes des interactions N x P

	N0	N1	N2
P0	1,96	1,96	1,70
P1	2,01	1,99	2,00
P2	1,94	2,07	2,15

TABLEAU XIII

Analyse de variance

Variation	S C E	D D L	F cal. (0,05)	C.V. (%)
Totale	33,48	215		
Facteur N	0,13	2	0,43 n.s.	
Facteur P	1,22	2	4,13 *	
Interaction NxP	1,51	4	2,56 *	
Résiduelle	30,62	207		19,5

Le classement des moyennes (Newmann et Keuls à 5 %) est le suivant :

	Moyenne	Homogénéité des groupes
Effets principaux		
P0	1,87	(b)
P1	2,00	(ab)
P2	2,05	(a)
Interactions		
N2P2	2,15	(a)
N1P2	2,07	(a)
N0P1	2,01	(ab)
N2P1	2,00	(ab)
N1P1	1,99	(ab)
N0P0	1,96	(ab)
N0P2	1,94	(ab)
N2P0	1,70	(b)

Un arrière-effet du phosphore subsiste onze mois après la plantation ; l'interaction N x P est significative.

CONCLUSION

Le but de cette expérimentation était d'étudier la réponse des jeunes cacaoyers en pépinière à une fumure N-P et l'arrière-effet de celle-ci en plein champ. Le dispositif factoriel N³P³ utilisé a révélé un effet favorable du phosphore sur le développement des jeunes cacaoyers, avec un arrière-effet bénéfique en champ. Par contre, l'effet de l'azote est dépressif sur la croissance des jeunes plants en pépinière. L'interaction N x P n'est pas significative, sauf en champ, dès lors que l'effet négatif de l'azote s'atténue ou disparaît. Cet essai confirme les résultats antérieurs d'essais factoriels N x P menés à l'IRCC en Côte d'Ivoire (Snoeck).

L'effet dépressif de l'azote s'explique par le rapport N total/P₂O₅ total qu'il faut maintenir à une valeur comprise entre 1,5 et 2. La droite de régression de la figure 1 montre que l'augmentation du rapport N total/P₂O₅ total est inversement proportionnelle au développement des cacaoyers.

Par ailleurs, il existe un équilibre bases échangeables-azote, dont l'optimum se présente sous la

forme d'une droite BE (*) = 8,9 N - 6,15 ou d'un rapport (BE + 6,15)/N = 8,9 (Jadin). Dans la terre de pépinière qui a servi à l'expérimentation, ce rapport vaut 8,2 et est très proche de l'optimum. Dès lors, tout apport d'azote éloigne ce rapport de l'optimum.

Toutes les données analytiques permettent de comprendre l'effet dépressif de l'azote et de conclure à l'inutilité de l'engrais azoté sur des jeunes cacaoyers, pour la terre étudiée.

Cette nouvelle expérimentation montre la nécessité et l'utilité d'établir les recommandations nutritionnelles sur des analyses de terre, même au niveau de la pépinière. Ces résultats complètent ceux obtenus au Cameroun (Paviot), où il a été démontré, toujours en pépinière, l'effet bénéfique d'une augmentation des bases échangeables pour s'approcher du rapport BE/N optimum cité précédemment.

(*) BE = bases échangeables.

1. WOOD (G. A. R.), LASS (R. A.). — Cocoa. Quatrième édition. Longman (Londres), Tropical Agriculture Series. Chapitre 7, « Shade and nutrition » par M. Wessel, 1985, p. 166-194.
2. WYRLEY-BIRCH (E. A.). — Results of cocoa agronomy trials in Sabah, Malaysia, from 1964 to 1977. Land Resources Development Centre (Tolworth Tower, G.B.), 1987, 113 p.
3. JADIN (P.). — Etude de la fertilisation minérale des cacaoyers en Côte d'Ivoire à partir du diagnostic sol. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XVI, n° 3, juil.-sept. 1972, p. 204-218.
4. JADIN (P.), SNOECK (J.). — La méthode du diagnostic sol pour calculer les besoins en engrais des cacaoyers. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXIX, n° 4, oct.-déc. 1985, p. 255-266.
5. SNOECK (J.). — Usefulness of nitrogen for cocoa fertilization. In : Report on cocoa operation at P. I. Multiagro Corp., 1988, 3 p.
6. PAVIOT (J.). — La nutrition minérale du cacaoyer à la station de Nkoemvone : bilan et perspectives. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXI, n° 4, oct.-déc. 1977, p. 245-252.

KONAN (A.), JADIN (P.). — Fertilisation des jeunes cacaoyers en pépinière. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXXIII, n° 4, oct.-déc. 1989, p. 229-234, 1 fig., 2 sch., 13 tabl., 6 réf.

Pour l'installation de nouvelles plantations dans l'Est de la Côte d'Ivoire, il s'avère nécessaire d'avoir des plants vigoureux à la sortie de la pépinière pour affronter une saison sèche de plus en plus sévère.

Pour obtenir cette vigueur, on a mis en place une expérimentation pour préciser l'effet d'une fumure N-P à trois niveaux sur le développement des jeunes cacaoyers en pépinière et son arrière-effet en plein champ.

En pépinière, les mesures de croissance font apparaître un effet significatif du phosphore alors que l'azote induit un taux de mortalité important. En plein champ, on a un arrière-effet bénéfique du phosphore et une atténuation de l'effet dépressif de l'azote.

Les résultats de cette expérimentation s'expliquent par l'évolution du rapport N_{total}/P₂O₅ total et l'équilibre « bases échangeables-azote total ».

KONAN (A.), JADIN (P.). — Düngung junger Kakao-bäume in der Baumschule. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXXIII, n° 4, oct.-déc. 1989, p. 229-234, 1 fig., 2 sch., 13 tabl., 6 réf.

Bei der Anlage neuer Pflanzungen in der östlichen Côte d'Ivoire werden Jungpflanzen benötigt, die bei Verlassen der Baumschule lebenskräftig genug sind, um gegen die stetig zunehmende Dürre ankämpfen zu können.

Zur Erzielung der erwünschten Lebensfähigkeit wurde die Wirkung einer in drei Schichten ausgebrachten N-P-Düngung auf das Wachstum der jungen Kakaobäume in der Baumschule, sowie deren Nachwirkung im freien Feld verfolgt.

Die Messergebnisse aus der Baumschule verweisen auf signifikante Einflüsse von Phosphor, wohingegen Stickstoff hohe Sterblichkeitsraten verursacht. Im freien Feld beobachtet man günstige Nachwirkungen des Phosphors und Abschwächung des Hemmeffekts durch Stickstoff.

Die geschilderten Experimentalergebnisse beruhen auf dem Verlauf des Bezugsverhältnisses Gesamt-N zu Gesamt-P₂O₅ und dem Ausgleich zwischen « austauschbaren Basen und Gesamtstickstoff ».

KONAN (A.), JADIN (P.). — Fertilizing of young cocoa plants in the nursery. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXXIII, n° 4, oct.-déc. 1989, p. 229-234, 1 fig., 2 sch., 13 tabl., 6 réf.

For new plantations in Eastern Côte d'Ivoire, it has been found that plants from the nursery must be vigorous in order to stand up to the dry season, which is becoming harsher and harsher.

To obtain this vigour, an experiment has been set up to determine the effects of three rates of an N-P dressing on young cocoa plants in the nursery and the after-effects in the open field.

In the nursery, growth measurements show that phosphorus has a significant effect whereas nitrogen causes high mortality. In the open field, phosphorus has a beneficial after-effect and the detrimental effect of nitrogen is reduced.

The results of this experiment may be accounted for by the changes in the total N/total P₂O₅ ratio and the « exchangeable bases - total nitrogen » balance.

KONAN (A.), JADIN (P.). — Fertilización de plantas jóvenes de cacao en viveros. *Café Cacao Thé* (Paris), vol. XXXIII, n° 4, oct.-déc. 1989, p. 229-234, 1 fig., 2 sch., 13 tabl., 6 réf.

Para la instalación de nuevas plantaciones en el este de la Côte d'Ivoire, es preciso disponer de plantones resistentes a la salida del vivero para que puedan afrontar una estación seca cada vez más rigurosa.

Para obtener esta vigor, se llevó a cabo una experimentación para precisar los efectos de una fertilización N-P de tres niveles sobre el desarrollo de las plantas jóvenes de cacao en viveros y sus efectos posteriores en pleno campo.

En vivero, las mediciones de crecimiento revelan un efecto significativo del fósforo, mientras que el nitrógeno provoca una tasa de mortalidad elevada. En pleno campo, se observa un efecto posterior benéfico del fósforo y una atenuación del efecto depresivo del nitrógeno.

Los resultados de esta experimentación se explican por la evolución de la relación N total/P₂O₅ total y el equilibrio « bases intercambiables - nitrógeno total ».