

Fertilisation minérale des ferralsols pour la production d'igname en zone de Savane Guinéenne de l'Afrique de l'Ouest : cas des variétés d'igname traditionnelle sur dystric ferralsols du Centre de la Côte d'Ivoire

Ettien, D. J.B.*^{1,2}, Koné B^{1,3}, Kouadio K.K.H¹, Kouadio N.E⁴, Yao-Kouamé A¹, and Girardin O²,

¹Université de Cocody, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Département des sciences du sol, 22 BP 582 Abidjan, Côte d'Ivoire ; ²Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), 01 BP1303 Abidjan 01 ; ³Centre du Riz pour l'Afrique, Cotonou. BP 2031 Cotonou 01. Bénin ; ⁴Centre National de Recherche Agronomique

*Corresponding author email: jb.ettien@csrs.ci; Other email addresses: hippolyte_kouadio@yahoo.fr; yaokouamealbert1@yahoo.fr; b.kone@cgiar.org

Published online at www.biosciences.elewa.org on November 9, 2009

RÉSUMÉ

Objectif : Identifier une dose d'engrais NPK (18,5-9-24) pour une meilleure production (pré) d'igname.

Methodologie et résultats : Une étude de la fertilisation minérale de quatre cultivars traditionnels dont trois du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* (Krenglè, Kangba, Djaté) et un de l'espèce *Dioscorea alata* (Bètè-bètè) a été conduite en 2000 et 2001, sur ferralsole sableux au Centre de la Côte d'Ivoire. Le sol avait une texture sableuse de 0 à 30 cm de profondeur et de faibles teneurs en N et P, en bases échangeables. Deux doses d'engrais minéraux (T1 : 120 kgN ha⁻¹ 38kgP ha⁻¹ et 103 kgK ha⁻¹, T2 : 150 kgN ha⁻¹, 49 kgP ha⁻¹, 130 kgK ha⁻¹) comparés au témoin T0 (témoin, sans engrais) ont été testées dans le dispositif des Blocs Complets Randomisés avec 4 répétitions. Les cultivars d'igname ont montré une réponse statistiquement significative aux apports d'engrais. Le rendement le plus élevé a été enregistré avec la dose T1 (13,2 t ha⁻¹) contre 11,6 et 8,3 t ha⁻¹, respectivement, pour T2 et T0, pour chacun des cultivars. La dose T1 est apparue la plus efficace sur l'ensemble des deux années. Le cultivar Djaté (22,3 t ha⁻¹) sous T1 a été plus productif en 2000 qu'en 2001. L'efficacité des doses pour un même cultivar a montré que T1 donne de meilleur rendement comparativement à T2 et T0.

Conclusion et application : La dose T1 pourrait être recommandée pour l'intensification de la culture d'igname. Une étude des engrais minéraux couplés avec des variétés améliorées d'igname pourrait être envisagée afin d'apprécier leurs potentialités comparativement aux locales sur ferralsols pauvres très dominants en Afrique de l'Ouest.

Mots clés : engrais minéral (NPK), ferralsole, igname

ABSTRACT



Objective: To determine the optimal rate of NPK for improving yam production in the Guinea savanna ecological zone of Côte d'Ivoire.

Methodology and results: A study was carried out on the mineral fertilization of four yam landraces, three belonging to the *Dioscorea cayenensis-rotundata* complex (Krengle, Kangba, Djate) and one to the *Dioscorea alata* (Bete-bete) species in 2000 and 2001 on ferralsols in the savannah zone of Côte d'Ivoire. The trial design was randomized complete blocks with 4 replications per treatment. The soil was mostly sandy on the surface. Three treatments of mineral fertilizers were tested: T0 (check, without fertilizer), T1 (120 N, 38 P, 103 K), T2 (150 N, 49 P, 130 K). In general case, it a positive response of cultivars to fertilizer was noted. The highest yield was recorded with T1 (13.2 t ha⁻¹) against 11.6 and 8.3 t ha⁻¹, respectively for T2 and T0, in each cultivar every ear. The T1 treatment seemed more efficient than T0 and T2. The variety Djate (22.3 t ha⁻¹) in T1 was more productive in 2000 than in 2001. The comparison of the efficiency of the treatments for the same cultivar showed that T1 gave the best performance against T2 and T0.

Conclusion and application of findings: Despite the response of cultivars to fertilization, yields still remain low compared to the potential of yam estimated at about 60-70 t ha⁻¹. The treatment T1 could be recommended in intensive cropping systems. Based on this study we recommend further study combining mineral fertilizers and improved varieties with high-yield for sustainable production of yams on these soils which are very dominant in West Africa.

Key words: mineral fertilizer (NPK), manure, Ferralsol, yam, cultivar

INTRODUCTION

L'igname est une plante à tubercules de la zone tropicale qui constitue la base de l'alimentation de plus de 300 millions de personnes à travers le monde (FAO, 2008). L'Afrique de l'Ouest et l'Afrique Centrale contribuent à elles seules, à plus de 90% de la production mondiale estimée à 32 millions de tonnes (FAO, 2008). En dépit de cette production relativement importante, les rendements nationaux, de l'ordre de 7 à 12 t ha⁻¹ (Tschannen, 2005), sont encore faibles par rapport au potentiel de la plante estimé à 60-70 t ha⁻¹ (FAO, 2002). Cette situation est due à de nombreuses contraintes telles que les pathologies (viroses), l'inadaptation du matériel végétal, la faible fertilité des sols, les pertes post-récolte (Tschannen, 2005) et le système de culture traditionnel, sans intrants.

En effet, l'igname est une plante très exigeante en éléments minéraux (Orkwor *et al.*, 1998; Dumont & Vernier, 2000;) dont la culture durable nécessite l'usage d'un sol fertile et d'un bon système de gestion intégrée de la fertilité des sols. Or, la majorité des sols d'Afrique de l'Ouest sont des ferralsols, généralement pauvres en matière organique (Orkwor *et al.*, 1998) ce qui limite leur potentialité à supporter une production végétale élevée de façon durable. Vue la difficulté d'obtenir suffisamment de fumure organique (Koné

et al., 2008), l'usage de la fumure minérale s'impose. Pourtant, les connaissances de la fertilisation des sols pour la culture de l'igname sont limitées en Afrique de l'Ouest. Or, la fertilisation ne peut être efficace qu'en étant spécifique aux agro-écosystèmes (Bationo *et al.*, 2007).

Des études de la fertilisation des sols pour la culture de l'igname ont lieu dans la zone de transition forêt-savane du Ghana (ISSER, 2003) sans distinction des classes des sols (Cambisol, Lithosol, Acrisol et Ferralsol) qui s'y trouvent. De ce fait, en dépit des résultats importants qui ont été obtenus, il y'a un besoin de plus de connaissance de la pratique de la fertilisation pour la culture de l'igname. D'autre part, l'usage des variétés d'igname améliorées est encore limité par rapport aux variétés traditionnelles largement adoptées par les producteurs. Malheureusement, dans le système de culture traditionnel, une bonne germination des semenceaux est assurée par de gros semenceaux (300 – 500 g) et on assiste à l'érosion génétique des variétés constituant un handicap majeur à la production suffisante de l'igname dans l'optique de l'autosuffisance alimentaire en Afrique de l'Ouest (FAO, 2008). Il apparaît donc nécessaire d'approfondir les connaissances des pratiques culturelles de



l'igname, notamment pour les variétés traditionnelles largement adoptées en ciblant la fertilisation des sols.

La présente étude vise ainsi spécifiquement à mesurer la réponse de quatre variétés traditionnelles d'igname les plus cultivées, et consommées dans la région Centre de la Côte

d'Ivoire, à la fumure minérale, sur le versant moyen d'un plateau de ferralsol sableux. A terme cette étude devra constituer une piste de solution de fertilisation minérale rentable pour une production durable des ignames sur les ferralsols en Afrique de l'Ouest.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site des essais : Ce travail a été réalisé à Bringakro (6°40'N, 5°09'O, alt. 150 m) en zone de transition forêt-savane de Côte d'Ivoire, précisément dans la partie savanicole. Le climat est de type équatorial de transition avec une pluviométrie bimodale variant de 900 à 1300 mm/an. Une température moyenne de 27 °C et une humidité relative moyenne de l'air de 70% caractérisent le milieu. La végétation du site est essentiellement herbacée, dominée par *Imperata cylindrica*. Les pluviométries annuelles de 2000 et 2001 ont été respectivement de 1535 et 942 mm. La pluviométrie journalière a été relevée à l'aide d'un pluviomètre installé sur le site (figure 1).

Sols : Les essais ont été installés sur le milieu du versant d'un paysage de plateau à sommet faiblement cuirassé, démantelé avec une pente estimée à environ 2%. Le sol est de type ferrallitique moyennement désaturé (CPCS, 1967) ou Dystric ferralsol (FAO, 2008). Avant l'expérimentation, des échantillons de sol ont été prélevés puis analysés en laboratoire à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). Les analyses ont permis de déterminer les teneurs en azote, potassium, phosphate total, de calcium et du magnésium et la granulométrie (tableau 2).

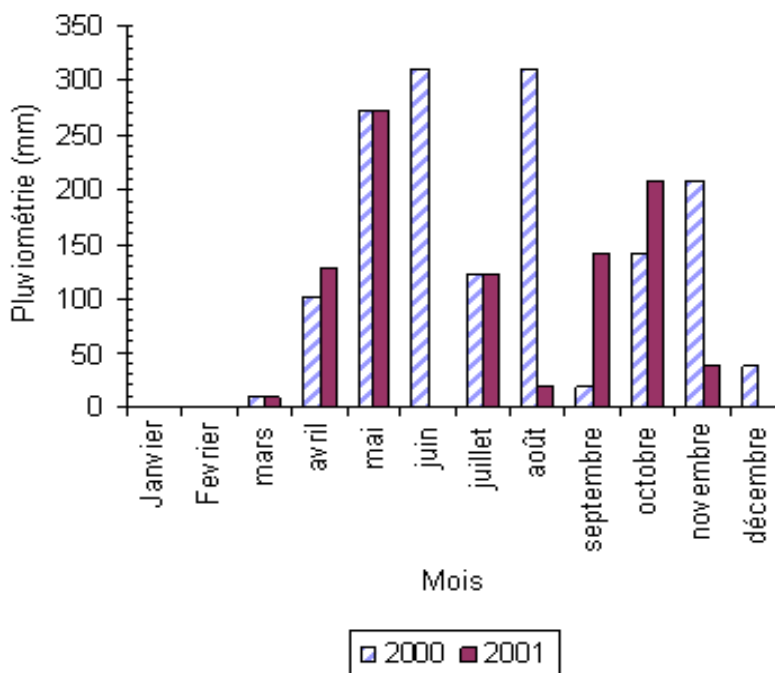


Figure 1 : Pluviométries mensuelles enregistrées sur le site de l'expérimentation.

Cultivars d'igname : Quatre cultivars tardifs (8 mois de végétation) d'igname les plus adoptés par les paysans ont été testés : Krenglè (Kr), Kangba (Ka), Djaté (Dj) appartenant au complexe *Dioscorea*

cayenensis-rotundata (6 à 9 t ha⁻¹, susceptibles aux viroses et champignons, pertes importantes à la conservation, bonne qualité culinaire) et Bètè-bètè (BB) de l'espèce *D. alata* (10 - 12 t ha⁻¹, susceptibles aux

viroses et champignons, pertes importantes à la conservation, bonne qualité culinaire). Ils ont été plantés pendant deux saisons de culture successives (2000 et 2001) sur le même ferralsole, de même niveau topographique. Compte tenu de la longueur du cycle des variétés, la fumure a été fractionnée.

Fumure minérale et traitements : Les fumures minérales étaient constituées d'un engrais ternaire N-P-K de formule 18,5-9-24 et de l'urée 46%N. Trois traitements T0, T1 et T2 ont été appliqués (tableau II). T0 est le témoin, T1 : 120 kg N/ha, 38 kgP/ha, 104

kgK/ha. T2 : 150 kgN/ha, 49 kgP/ha, 130 kgK/ha. L'apport de l'azote sous forme d'urée a été fractionné en deux pour T1 et T2. Le premier apport de N-P-K a été appliqué à 432 kg/ha pour T1 et à 540 kg/ha pour T2, ce qui correspond respectivement à T1 = 80 N-38 P-104 K et T2 = 100 N - 49 P - 130 K (tableau 2), 7 semaines après plantation (SAP) en fumure d'entretien. Le deuxième apport est essentiellement composé de N (40 N) en urée, 11 SAP. L'application des engrais a été faite à la main par enfouissement sur deux flancs opposés de la butte.

Tableau 1 : Traitements appliqués chaque année (2000 et 2001).

Traitements	1er apport 7 SAP			Urée	11 SAP	Quantité NPK/butte
	N (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	N (kg ha ⁻¹)		
T0	0	0	0	0		
T1	80	38	104	40		8,7 g
T2	100	49	130	50		11,0 g

SAP : Semaine Après Plantation.

Mise en place des essais : Le dispositif expérimental a été celui des blocs complets randomisés ou dispositif de Fisher avec 4 répétitions. Le mode de plantation adopté a été celui des buttes à la densité de 10 000 pieds/ha soit une butte/m². Les semenceaux de taille 280 g comme en milieu paysan ont été enfoncés manuellement à environ 10 cm dans des buttes puis refermées. Les plants ont été tuteurés à l'aide de piquets en bois pendant les deux saisons culturales comme pratiqué par les paysans (Berthaud *et al.*, 1998).

Les dimensions de l'essai étaient:

-superficie d'une parcelle élémentaire: 8 m x 7 m, correspondant à 56 buttes par parcelle élémentaire soit 30 buttes internes pour les observations et les mesures, entourés par 26 buttes de bordures.

-superficie d'un bloc : 28 m x 24 soit 672 m², donc 672 buttes par bloc

-superficie totale de l'essai : 2688 m², donc 2688 buttes pour l'essai

-nombre de facteurs par bloc : 12 (3 traitements x 4 variétés)

Collecte des données : La collecte des données de rendement (RDT) et de l'efficacité des engrais (EFE) a

RESULTATS

Caractéristiques physico-chimiques des sols : Les résultats des analyses physico-chimiques des sols montrent que le sol est essentiellement sableux dans la profondeur 0 – 70 cm étudiée, avec de faibles teneurs en cations échangeables (K⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺),

été faite par parcelle élémentaire sur les 30 buttes internes pour chaque traitement par variété. La pluviométrie journalière a été relevée à l'aide d'un pluviomètre installé sur le site (figure 1). A la maturité, le poids frais (PF) de chaque cultivar a été déterminé par traitement. Le RDT en tubercules frais par m² a été calculé pour chaque butte. On a pesé chaque tubercule dans une même butte pouvant enregistrer 1 à 4 tubercules. Le Coefficient Apparent d'Utilisation (CAU) des engrais ou EFE pour chaque variété et chaque traitement a été calculé comme suit:

$CAU = (\text{Rendement à la dose d'engrais}(X) - \text{rendement sans engrais}) / \text{rendement à la dose d'engrais}(X)$.

Analyse statistiques : Une analyse de variance a été faite avec la procédure des modèles linéaires généralisés selon le logiciel SAS V8.1 (SAS® Institute, Carry, NC, USA) sur les données obtenues sur les deux années. Les valeurs moyennes obtenues ont été séparées par la méthode de la plus petite différence significative (ppds) en indiquant par différentes lettres (a, b et c), les valeurs qui ont été différentes de façon significative. Les analyses statistiques ont été jugées significatives au seuil de $\alpha = 0,05$.

notamment pour le potassium-K (tableau 2). C'est un sol acide ($5,6 < \text{pH} < 5,7$) avec une faible teneur en carbone organique. Le Calcium-Ca et le magnésium-Mg ont un rapport de 1 : 1 jugé être faible. Ces



résultats indiquent que l'étude s'est déroulée sur un sol chimiquement pauvre avec une texture non équilibrée.

Réponse des cultivars aux fumures en 2000 : En 2000, l'analyse de variance sur les doses d'engrais (DE) montre qu'il a existé des effets très hautement significatifs ($P < 0.001$) d'une part entre T0 et T1 et d'autre part entre T0 et T2. Par contre, la différence entre T1 et T2 n'a pas été significative ($P > 0.05$) (figure 2). Concernant la réponse des variétés aux DE, il a été obtenu des réponses mitigées. En effet, à l'exception de Dj et de Ka où il a été observé une différence significative entre T0 et T1 puis entre T0 et T2, il n'a pas été observé de différence significative entre les mêmes traitements pour Kr et BB.

Toutefois, la différence entre T0 et T2 sous Ka n'a pas été significative. Concernant l'interaction entre les variétés et les DE, les rendements les plus élevés s'observent pour T1 avec Dj (22,9 t ha⁻¹) et Ka (11,7 t ha⁻¹) en 2000. Par contre, BB et Kr n'ont eu aucune réponse à la fertilisation en tenant compte des rendements similaires de T0 et de T1 et T2 de ces cultivars. Au niveau de l'EFE, les CAU respectifs pour

T1 et T2 sous Dj, sont de 22,42 et 17,86 p.c tandis que pour BB, Ka et Kr, ils sont respectivement de 9,20 p.c., 11,08 p.c. et 7,40 p.c. pour T1 et de 8,85 p.c., 10,61 p.c. et 4,45 p.c. pour T2. (Tableau 3). Ces valeurs pourraient être jugées faibles

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques du sol d'étude.

Parameter	Teneurs du sol	
	0-30 cm	30-70 cm
Argile (g kg ⁻¹)	49	47
Limon (g kg ⁻¹)	86	54
Sable (g kg ⁻¹)	873	888
PH (eau)	5.6	5.7
C (g kg ⁻¹)	5.3	4.5
N (g kg ⁻¹)	0.5	0.5
K (cmol kg ⁻¹)	0.04	0.12
Ca (cmol kg ⁻¹)	0.25	0.25
Mg (cmol kg ⁻¹)	0.25	0.25
P ₂ O ₅ (ppm)	227	199

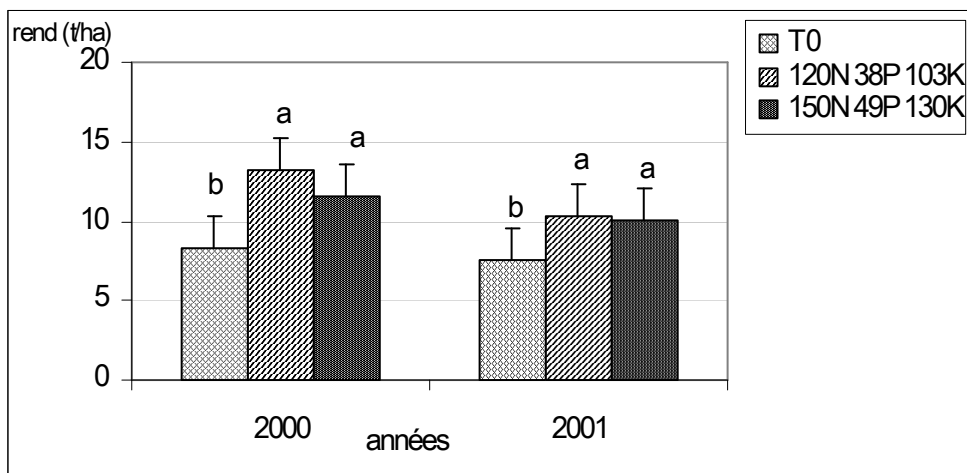


Figure 2: Effets des doses d'engrais sur les rendements des cultivars en 2000 et 2001

$\alpha=0,05$, Valeur Critique de $T=2,10$, $PPDS=2,5779$. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes suite au test de Duncan.

Réponse des cultivars aux fumures en 2001 :

L'analyse de variance effectuée sur les rendements et l'efficacité des doses a montré des réponses mitigées à la fumure selon les variétés comme en 2000. En effet, seule Dj a montré une différence très hautement significative ($P < 0.001$) entre T0 et T1 d'une part et entre T0 et T2 d'autre part alors qu'il n'a pas été observé de différence significative entre T1 et T2

(figure 4). Quant à Ka, Kr et BB, il a été observé une différence significative entre T0 et T1 alors qu'il n'a pas été observé de différence significative entre T0 et T2 d'une part et entre T1 et T2 d'autre part. Concernant la réponse des variétés aux DE en 2001 (figure 2), les rendements obtenus avec T1 (10,3 t ha⁻¹) et T2 (10,1 t ha⁻¹) n'ont pas été différents de façon significative ($P > 0.05$). Il a été obtenu un rendement moyen respectif

de 13 t ha⁻¹, de 9,7 t ha⁻¹, 9,6 t ha⁻¹ et 10,4 t ha⁻¹ pour Dj, BB, Ka et Kr avec T1. Il y a eu une baisse significative ($p < 0.05$) de rendement en T2 pour tous les cultivars en 2001. A la différence de 2000, il y a eu une réponse de Kr à la fertilisation alors que Ka n'a pas eu autant (figure 3). Les rendements les plus élevés ont été induits par T1 chez Dj et Kr qui ont eu une réponse à la fertilisation. Excepté une augmentation des

rendements de Kr en 2001, il y a eu une baisse chez toutes les autres variétés. Les CAU associés aux rendements des cultivars selon les traitements ont été calculés en 2001 (tableau 3). En effet, pour T1 et T2 sous Dj, les CAU calculés sont respectivement de 12,3 p.c et 11,3 p.c. tandis que pour BB, Ka et Kr, les valeurs de CAU sont respectivement de 9,0 et 8,3 p.c., 8,9 et 6,6 p.c. et 9,7 et 8,3 p.c.

Tableau 3: Détermination des coefficients apparents d'utilisation des engrais en 2000 et 2001 (Les rendements sont exprimés en t ha⁻¹).

		Rendement selon les traitements				
	Cultivars	T0	T1	T2	CAU T1	CAU T2
2000	Djaté	10,4	22,9	19,1	22,42	17,86
	Bètè-bètè	8,3	10,0	9,9	9,20	8,85
	Kangba	7,7	11,7	11,6	11,08	10,61
	Krenglè	6,6	8,2	5,9	7,40	4,45
2001	Djaté	9,0	13,0	12,3	12,3	11,3
	Bètè-bètè	6,6	9,7	9,3	9,0	8,3
	Kangba	6,8	9,6	7,8	8,9	6,6
	Krenglè	7,6	10,4	9,4	9,7	8,3

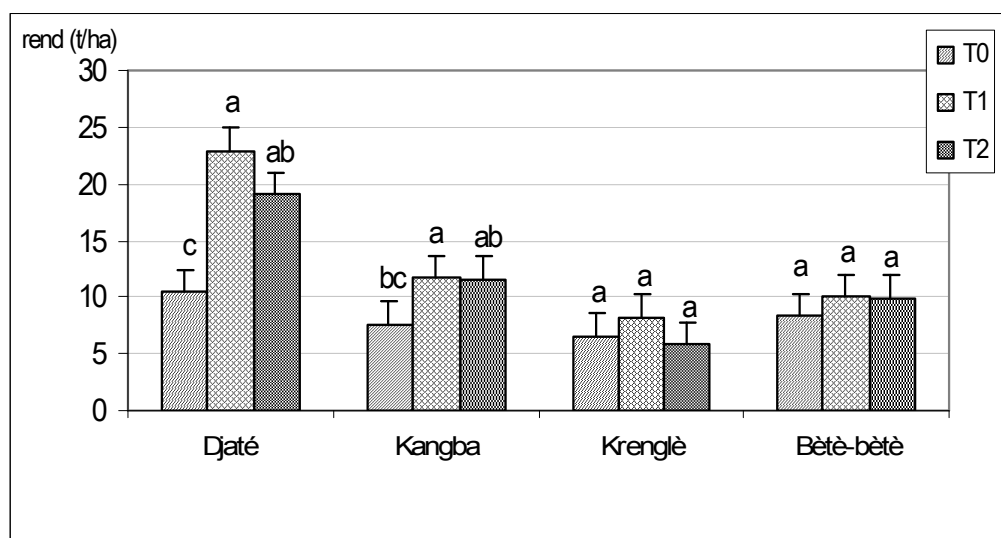


Figure 3: Comparaison des rendements par cultivar selon les doses de fumure en 2000. ($\alpha = 0,05$ Valeur Critique de $T = 2,10$, $PPDS = 2,5779$. Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes suite au test de Duncan).

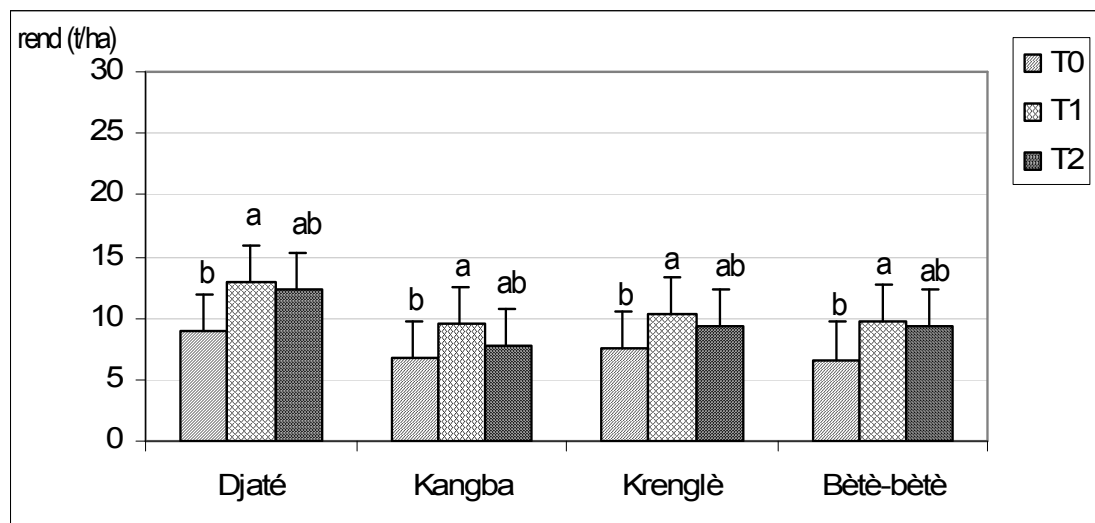


Figure 4 : Comparaison des rendements par cultivar en fonction des doses de fumure en 2001 ($\alpha=0,05$, Valeur Critique de $T=2,10$, $PPDS=2,5779$). Les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes suite au test de Duncan.

DISCUSSION

En toute concordance, la texture grossière du sol étudiée est associée à une faible fertilité en N et K. Selon Castillo et Wright (2008) considérant le rapport de 1% entre le phosphore total et le phosphore assimilable, le sol aurait une teneur suffisante en P ($22,7 - 19,9 \text{ mg kg}^{-1}$). Cependant, l'absorption de P peut être inhibée à cause du déséquilibre ionique de Ca : Mg (<3 :1) selon Yates (1964) ainsi que Koné *et al.* (2009). Le phosphore non absorbés pourrait alors être fixé par les oxydes et hydroxydes de fer ou d'aluminium dans les conditions d'acidité de ce sol (Sahrawat *et al.*, 1995). En définitif, il y a un besoin en N, P et K pour l'agriculture sur le ferral sol étudié. Cependant, il n'y a eu de réponse positive à la fumure minérale qu'avec une seule variété (Dj) alors que les autres ont montré des réponses mitigées. Les attaques de parasites (anthranose et virus de la mosaïque de l'igname : YMV).

Qui ont été plus importantes en 2001 avec un effet dépressif sur le rendement (données non présentées) peuvent expliquer cela. Les doses T1 et T2 ont permis d'obtenir les rendements plus élevés sur l'ensemble des deux années mais l'augmentation de T1 à T2 n'a pas induit une augmentation significative de rendements quel que soit la variété sur les années d'étude. Ce qui veut dire qu'une augmentation de la dose de N, P et K au-delà de 120 kg N, 38 kg P et 103 kg K/ha n'est pas nécessaire. T0 a obtenu le rendement le plus bas ($6-8 \text{ t ha}^{-1}$) pour chaque variété sur les deux années correspondant au rendement

obtenu en milieu paysan. Les variabilités constatées dans la réponse à la fumure au sein des variétés pourraient aussi s'expliquer par la physiologie des espèces (Castillo *et al.* 1989), la qualité du semencé (Baco *et al.*, 2004) et les effets combinés de sol et de la pluviométrie. Dans la zone d'étude, la pluviométrie a atteint son pic en juin (> 250 mm) pendant la grande saison de pluie et en octobre pendant la petite saison en 2000 tandis qu'en 2001, le pic a été enregistré en octobre (>300 mm).

On note une irrégularité de la pluviométrie durant les années d'expérimentation, ce qui pourrait avoir une influence significative sur la productivité des ignames et de leurs interactions avec les engrais apportés (Zinsou, 1997; Diby, 2005). En général, la réponse des variétés à l'engrais reste faible, comparée au potentiel de l'igname estimé à environ $60-70 \text{ t ha}^{-1}$ (FAO, 2002). Quelles que soient la variété et la saison, c'est T1 qui produit le rendement le plus élevé comme prouvé par Degras (1986). De ce fait, T1 serait économiquement plus convenable pour la production d'igname sur ferral sol. Mais pour améliorer efficacement la fertilisation, il est souhaitable d'évaluer la courbe de réponse de chacun de ces nutriments afin d'obtenir un effet des doses croissantes. Ce qui permettrait de mieux cibler les périodes appropriées d'apport des fertilisants.

Outre les paramètres pédo-climatiques, le CAU calculé a pour intérêt la compréhension de l'EFE c'est-à-dire le nombre de kilogrammes de production par

kilogramme d'engrais apporté. Plus le CAU est élevé, plus l'EFE est importante. Cela constitue une contribution importante pour la fertilisation des terres en culture de l'igname. En effet, les valeurs de CAU obtenues dans ce travail sont inexistantes en culture d'igname en Côte d'Ivoire et ne peuvent être comparés à des résultats connus. Pour les céréales, cependant, on connaît les CAU donnés dans la littérature; ils varient entre 30 et 60 %. (Sedogo, 1993) jugés efficaces.

CONCLUSION

Cette étude montre l'importance de la pratique de la fumure minérale à la culture de l'igname en vue d'accroître durablement le rendement. Il a été noté une

réponse positive des variétés à la fumure minérale avec une augmentation significative des rendements sur le ferralsol étudié. Les résultats ont montré que la dose T1 serait plus convenable à la fertilisation de l'igname, cependant, il convient de rechercher la meilleure formulation pour une fertilisation appropriée et économiquement rentable sur ces ferralsols très répandus en Afrique de l'Ouest. L'absence de données sur les CAU n'a pas permis de comparer l'EFE en vue d'une meilleure prise de décision sur la dose recommandable. En plus de l'usage de T1, ce travail recommande l'étude des courbes de réponses de N, P et K individuellement pour la mise en place d'une meilleure formulation d'engrais en culture d'igname.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baco MN, Tostain S, Mongbo RL, Dainou O, Agbangla C, 2004. Gestion dynamique de la diversité variétale des ignames cultivées (*Dioscorea cayenensis* - *D. rotundata*) dans la commune de Sinendé au nord Bénin. *Plant. Gen. Res. Newsl.* 139, p. 18–24.
- Waswa BA, Kihara BJ, Kimetu J, 2007. Advances in integrated soil fertility management in Sub-Saharan Africa: challenges and opportunities. Springer. 1091 p.
- Berthaud J, Bricas N, Marchand JL, 1998. L'igname, plante séculaire et culture d'avenir. Actes du séminaire international, Montpellier, 3-6 juin 1997.
- Castillo RJ, Ruiz ML, Portieles RM, Milian M, 1989. Prélèvements minéraux et coefficients d'utilisation des engrais et des éléments nutritifs du sol par une culture de *Dioscorea alata*. Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales, Santa Domingo. Villa Clara (CUB). *Ciencia y Technica en la Agricultura, Viandas Tropicales*, vol. 12, n.1, 59-73.
- Castillo MS. and Wright A, 2008. Soil phosphorus pools for histosols under sugarcane and pasture in the Everglades, USA. *Geoderma*. 145 (1-2): 130-135.
- CPCS-Commission de pédologie et de cartographie des sols, 1967. Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes des sols. Service de classification des sols. INRA, France. 96 p.
- Degras L, 1986. L'igname: plante à tubercule tropicale. *Techniques agricoles et productions tropicales Maison Neuve et Larose* 408.
- Diby L, 2005. Etude de l'élaboration du rendement chez deux espèces d'igname (*Dioscorea* sp.). Thèse Unique, Université de Cocody, Abidjan-Côte d'Ivoire, 130 p.
- Dumont R. et Vernier P, 2000. Domestication of yams (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) within the Bariba ethnic group in Benin. *Outlook on Agriculture* 29: 137-142.
- FAO, 2002. FAO statistical databases. Available online at URL: www.fao.org
- FAO, 2008. Crop Prospects and Food Situation, No.1, Rome, Italy.
- Institute of Statistical, Social and Economic Research-ISSER, 2003. The state of the Ghanaian economy in 2002. Accra.
- Koné B, Ettien JB, Amadji G, and Diatta S, 2008. Caractérisation de la tolérance de NERICA à la sécheresse de mi-saison en riziculture pluviale. *African Crop Science Journal* 8 (2) : 133-145.
- Koné B, Amadji GL, Igué M, Ayoni O, 2009. Rainfed upland rice production on a derived savannah soil of West Africa. *J. A. P. S.* Vol 2, n 4, 156-162.
- Ndabalishye I, 1995. Agriculture ouest-africaine à travers le cas de la Côte d'Ivoire. Monographie. IDESSA-Institut des savanes, Bouaké. 382 p.
- Orkwor GC, Asiedu R, Ekanayake IJ, 1998. Food yam: Advances in Research International Institute of tropical agriculture (IITA), Ibadan Nigeria and National Root Crops Research Institute (NRCRI), Umudike Nigeria Ibadan, Nigeria).
- Rodriguez CJW, Martinez RL, Rodriguez PJM, Morales MO, 1989. Nutrient uptake and utilization



- coefficients for fertilizers and soil nutrients in yam (*Dioscorea alata*) crop. *Ciencia y Technica en la Agricultura*, 12: p. 59-73
- Sahrawat KL, Jones MP, Diatta S, 1995. Response to upland rice to phosphorus in an Ultisol in the humid forest zone of West Africa. *Fert. Res.* 41: 11 - 17.
- Sedogo P, 1993. Evolution de sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Cocody-Abidjan.
- Tschannen AB, Escher F, Stamp P, 2005. Post-harvest treatment of seed tubers with gibberellic acid and field performance of yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) in Ivory Coast. *Expl. Agric.* 41: 175–186.
- Yates RA, 1964. Yield depression due to phosphate fertilizer in sugarcane. *Aust J Agric Res.* 15 (4): 537 – 547.
- Zinsou C, 1997. Physiologie et morphogenèse de l'igname (*Dioscorea* spp). In CORAF & CIO, L'igname plante séculaire et culture d'avenir, Montpellier 3-6 juin 1997.

