



HAL
open science

Etude du fonctionnement physiologique d'un couvert de *Dioscorea alata* pour une utilisation plus rationnelle des engrais chimiques

Denis Cornet, David Hammouya, Raymond Bonhomme

► To cite this version:

Denis Cornet, David Hammouya, Raymond Bonhomme. Etude du fonctionnement physiologique d'un couvert de *Dioscorea alata* pour une utilisation plus rationnelle des engrais chimiques. 41. Annual Meeting CFCS, Jul 2005, Le Gosier, Guadeloupe, France. hal-02763972

HAL Id: hal-02763972

<https://hal.inrae.fr/hal-02763972v1>

Submitted on 4 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ETUDE DU FONCTIONNEMENT PHYSIOLOGIQUE D'UN COUVERT DE DIOSCOREA ALATA POUR UNE UTILISATION PLUS RATIONNELLE DES ENGRAIS CHIMIQUES

IMPORTANCE OF YAM ECOPHYSIOLOGY STUDIES FOR A BETTER USE OF CHEMICAL MANURE

CORNET D. *, HAMMOUYA D. **, BONHOMME R. **

* Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement, CIRAD-IITA, 08 BP 0932, Cotonou, Bénin.

**Institut National de la Recherche Agronomique, Centre Régional Antilles Guyane, Domaine de Duclos, 97170 Petit-Bourg, GUADELOUPE.

ABSTRACT: Yam is a very demanding plant in term of soil fertility. Nevertheless in spite of the very large acceptance of this affirmation, little information is available on the real nutriment requirements of yam and how to satisfy them. For instance, numerous mineral fertilization recommendations are provided and the recommended doses are more often important (mainly calculated on the quantity of nutrients exported by harvest). Although there seems to be an increase in yield to fertilizer application, the general picture is confusing. Bibliographic review of the fertilization experiments shows contrasted and more often statistically non-significant responses. Then, it is necessary to conclude that a lot of leachable elements are lost and/or misused by yams.

In order to benefit more of the chemical fertilization and to reduce losses by leaching, it is important to better understand the growth and development of yam.

In 2004, an experiment was carried out on the effects of mineral fertilization, on the growth and yield of the yam (*Dioscorea alata*). A "Monteith" type of growth analysis has been implemented : crop cycle, leaf area development, biomass production and distribution and final yield have been studied.

Part of the results obtained is presented here under the mineral nutrition point of view.

RESUME : L'igname est une plante exigeante en terme de fertilité du sol. Mais malgré cette affirmation courante, peu d'information existe sur les réels besoins de l'igname et comment les satisfaire. Il existe, par exemple, de nombreuses recommandations de fumure minérale et les doses préconisées, basées principalement sur les exportations, sont souvent élevées. Pourtant, une revue bibliographique des essais de fertilisation montre une réponse très contrastée et souvent non significative de l'igname. On peut penser que les pertes en éléments lessivables sont importantes.

Dans l'optique d'une gestion raisonnée de la fertilisation et d'une diminution des pertes par lessivage, il est important de mieux connaître le cycle de la plante et son développement. Des pistes d'explication sont dégagées. En 2004, un essai sur l'influence de la fertilisation azotée, sur la croissance et la formation du rendement de l'igname (*Dioscorea alata*) a été mis en place. Une analyse de la production de biomasse de type « Monteith » a été réalisée : la phénologie, le développement de la surface foliaire, la production et la répartition de la biomasse et le rendement ont été étudiés. Une partie des résultats obtenus est présentée ici sous l'angle de la nutrition minérale.

INTRODUCTION

L'igname est une plante exigeante en terme de fertilité du sol. Mais malgré cette affirmation courante, peu d'information existe sur les réels besoins de l'igname et comment les satisfaire.

Cet article se propose d'aborder la fertilisation minérale de l'igname en deux parties. La première sera consacrée à un état de l'art à travers une revue bibliographique approfondie. Une grande partie de cette revue bibliographique a été réalisée dans le cadre du projet « Poverty alleviation and enhanced food availability in West Africa through improved yam technologies », IFAD/WECARD/IITA et synthétisée avec le Dr Robert Carsky de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA).

La deuxième partie partira d'une étude de cas afin de dégager quelques concepts qui pourraient permettre de mieux appréhender la nutrition de l'igname.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Des recommandations variées pour une réponse contrastée

L'igname est réputée exigeante en terme de fertilité et, en Afrique de l'Ouest, elle est presque toujours la première culture pratiquée après défriche. La fertilisation est souvent perçue comme le moyen d'éviter le recours à la défriche-brûlis et de conserver le potentiel nutritionnel du sol.

Une revue bibliographique approfondie recense plus d'une centaine de publications traitant de la fertilisation minérale de l'igname. Leur nombre, s'agissant d'une plante aussi peu étudiée que l'igname, traduit un intérêt certain pour cette question. Plusieurs de ces articles concluent rapidement par des recommandations (**Tableau 1**). Ainsi, rien que pour le Nigeria, il existe plus d'une dizaine de recommandations de doses différentes de fertilisation et ce, parfois, pour les mêmes zones, type de sols ou espèces d'igname. L'époque d'application est elle aussi sujette à controverse (**Tableau 2**).

Tableau 1 : Ventilation par pays des publications sur la fertilisation de l'igname ayant abouti à une recommandation.

Zone géographique	Auteur(s)
Nigeria	[IRVING 1956; MANN 1963; COURSEY 1967; OJO 1969; ADP 1988; ENWEZOR <i>et al.</i> 1988; OHIRI 1990; OHIRI and CHUKWU 1993; ONWUEME and CHARLES 1994; OHIRI 1995; ADENIJI 1998]
Côte d'Ivoire	[DUMONT 1984b]
Trinidad	[ONWUEME and CHARLES 1994; KABEERATHUMMA 1999]
Inde	[SINGH <i>et al.</i> 1973; MOHANKUMAR <i>et al.</i> 1984; KABEERATHUMMA 1999]
Brésil et Puerto Rico	[MARTIN and SADIK 1977; KABEERATHUMMA 1999]
Caraïbes	[CAGM 2003]

Cependant, un nombre relativement faible d'expérimentations présente une réponse positive de l'igname à la fertilisation, et plus rares encore sont celles qui montrent des différences significatives (**Tableau 3**).

Tableau 2 : Recommandations sur l'époque d'application de la fumure minérale

Auteur	Recommandations	Espèce
[IRVING 1956; AMON 1962]	À 60% de germination	
[CHAPMAN 1965]	Trois mois après plantation	<i>D. alata</i>
[GOODING and HOAD 1967; FERGUSON and HAYNES 1971; OKWUOWULU 1995]	Dès la 1ère ramification à la base de la plante, environs 8-10 semaines après plantation	<i>D. alata</i> , <i>D. cayenensis</i> , <i>D. rotundata</i> , <i>D. pubifera</i>
[DINGAL 1986]	Deux semaines après germination	<i>D. alata</i>
[BAKER 1964; SOBULO 1972a; OBIGBESAN 1981]	Deux semaines avant le maximum de croissance	<i>D. rotundata</i> , <i>D. cayenensis</i> et <i>D. alata</i>
[MARTIN 1974]	À la plantation	<i>D. alata</i>
[MARTIN 1972]	La moitié à la plantation et le reste trois mois plus tard	
[OBIGBESAN and AGBOOLA 1978]	À la germination	
[CAMPBELL <i>et al.</i> 1962]	Avant la 4ème semaine après plantation	
[ONWUEME 1978]	La moitié un mois après germination et le reste deux mois plus tard	
[NGONG-NASSAH <i>et al.</i> 1980]	À six semaines puis cinq mois après plantation	
[NWINYI 1983b]	Huit à douze semaines après plantation	<i>D. rotundata</i>
[KABEERATHUMMA 1999]	Un mois après germination puis 7-12 semaines après germination	

Tableau 3 : Cinquante ans d'expérimentations en fumure minérale de l'igname : nombre d'essais présentant une réponse positive (+), positive significative (+*) ou pas de réponse (-) à la fertilisation. (Da : *D. alata*, Dc : *D. cayenensis*, Dr : *D. rotundata*).

Espèce	Fumure	+	+*	-	Auteur(s)
Da	N	13	4	9	[CHAPMAN 1965; FERGUSON and HAYNES 1971; GOODING 1971; OBIGBESAN <i>et al.</i> 1976; SHYU and CHENG 1978; CHABALIER 1980; VANDER ZAAG <i>et al.</i> 1980; CHABALIER 1982; DUMONT 1984a, 1985; JANINE 1985; GIGOU <i>et al.</i> 1987; GIGOU and TRAORE 1987a, b; LIU 1989; RAO <i>et al.</i> 1989; YEBOUA and GODO 1990; ACOSTA and CEPEDA 1994; BAYOT 1994; IRIZARRY <i>et al.</i> 1995; OKWUOWULU 1995; KHAIRUDDIN and SIMATUPANG 1996; BEHURA and SWAIN 1997; ADENIJI 1998; DIBY 2000; ETTIEN 2000; SORO <i>et al.</i> 2001; EVANGELIO and QUEVEDO 2002; OYETUNJI <i>et al.</i> 2003; SORO <i>et al.</i> 2003; SOTOMAYOR-RAMIREZ <i>et al.</i> 2003]
	P	1	1	1	
	K	4		2	
	Composé	16	9	12	
Dc	N	2	2	7	[LYONGA <i>et al.</i> 1973; OBIGBESAN <i>et al.</i> 1976; BIGOT 1977; LYONGA 1980; DUMONT 1985;
	P			2	GIGOU and TRAORE 1987a; DUMONT 1988; DOUMBIA 1996; MACEDO and SANTOS 1998; SANTOS and MACEDO 1998; DIBY 2000; ETTIEN 2000; SORO <i>et al.</i> 2001]
	K	1	1	2	
	Composé	1	4	9	
Dr	N	6	5	6	[AMON 1962; SOBULO 1972c; KOLI 1973; LYONGA <i>et al.</i> 1973; GURNAH 1974; OBIGBESAN <i>et al.</i> 1976; KANG and WILSON 1979; ADUAYI and OKPON 1980; LYONGA 1980;
	P	3		9	VANDER ZAAG <i>et al.</i> 1980; KANG and WILSON 1981; KPEGLO <i>et al.</i> 1981; NWINYI 1983a; DUMONT 1985; IRIZARRY and RIVERA 1985; KAYODE 1985; TRECHE and GUION 1986; GIGOU <i>et al.</i> 1987; TRECHE 1989; OKWUOWULU 1995; ADENIJI 1998; SORO <i>et al.</i> 2001; OYETUNJI <i>et al.</i> 2003; SORO <i>et al.</i> 2003; SOTOMAYOR-RAMIREZ <i>et al.</i> 2003]
	K	3	1	11	
	Composé	9	5	6	
Non précisé /autres	N	2	9	8	[NYE 1954; DJOKOTO and STEPHENS 1961; FERGUSON and HAYNES 1971; LE BUANEC 1972; LYONGA <i>et al.</i> 1973; EKPETE 1976; KHAN <i>et al.</i> 1978; VANDER ZAAG 1978; LYONGA 1980; VANDER ZAAG <i>et al.</i> 1980; SINGH <i>et al.</i> 1981; FUJIYAMA and NAGAI 1985;
	P	4	3	5	SINGH <i>et al.</i> 1985; DUMONT and TOKPA 1989; KHAN and ZAIDI 1989; TRECHE 1989; ZAIDI and KHAN 1990; SAHA and CHATTERJEE 1991; JIMENEZ and RODRIGUEZ 1992; NANDI and CHATTERJEE 1992; RISHI <i>et al.</i> 1994; OKWUOWULU 1995; PUREA and MATAORA 1996; IIDA and KATO 2002]
	K	3	1	4	
	Composé	7	5	3	
Total	N	23	18	30	71 essais
	P	7	4	17	28 essais
	K	11	3	19	33 essais
	Composé	33	23	30	86 essais
TOTAL¹		74	48	96	218 essais

Indépendamment des coefficients de variation élevés rencontrés généralement dans les expérimentations sur igname, la réponse à la fumure minérale reste faible : 56% de réponses positives mais seulement 22% d'essais avec des différences significatives entre traitements. L'application d'engrais composés suit cette tendance globale.

Tous types de fertilisation confondus, *D. alata* semble répondre plus fréquemment à la fumure minérale (67% de réponses positives) que le complexe d'espèce *D. cayenensis-rotundata* (45%). Cette différence de réponse entre espèces a déjà été mise en évidence pour *D. alata* et *D. esculenta* [FERGUSON and HAYNES 1971]. De même, *D. esculenta* et *D. trifida* se développent différemment (initiation du tubercule, époques de croissance foliaire et de tubérisation maximale) [FERGUSON and HAYNES 1969]. Gooding et Hoad (1967) observent des différences de développement du tubercule entre variétés de *D. alata*.

Dans ce tableau, la réponse à l'azote est la plus fréquente : 58% de réponses positives mais seulement 25% d'essais avec des différences significatives entre traitements, le plus souvent à de faibles doses. Les fortes doses amènent rarement un gain de rendement supplémentaire

¹ En plus de ces expérimentations, deux campagnes de suivis en milieu paysan à plus vaste échelle ont été réalisées. En Côte d'Ivoire, dans le cadre de la campagne NOVALIM, plus de 150 suivis ont été effectués sur *D. rotundata* (Bigot, 1981). La plupart des parcelles (environ 5/6ème) montraient un effet positif de la fertilisation. Au Nigeria, plus de 82 applications d'engrais azotés ont été réalisées sur l'igname en milieu paysan et presque toutes montrent un effet positif (Irving, 1956).

significatif et parfois même une baisse de rendement. En conséquence, en agriculture de subsistance, on recommande de ne pas dépasser 40 kg N/ha (plus 40 kg P₂O₅ et 40 kg K₂O) puisque les effets les plus marqués apparaissent avec les premières doses appliquées. Ferguson et Haynes (1971) ont déjà remarqué cette indifférence de l'igname aux sols pauvres en azote. Ils avancent deux explications : les réserves contenues dans le tubercule semence et la pression de domestication orientée, comme pour beaucoup de plantes tropicales, vers le choix de variétés tolérantes aux sols pauvres, donc relativement insensible à la fumure.

La réponse au potassium est moins fréquente : 42% de réponses positives mais seulement 9% d'essais avec des différences significatives entre traitements. Cependant, relativement peu d'essais (33) ont été réalisés sur la fumure potassique alors que l'on connaît son importance dans la formation du rendement et de la qualité d'autres plantes à racines et tubercules (pomme de terre, patate douce, manioc) [OBIGBESAN; WILSON 1970; CONSTANTIN *et al.* 1977; Jansson 1979; WALWORTH *et al.* 1990; IMAS and BANSAL 1999]. La réponse de l'igname au potassium semble dépendante de l'origine du sol [AMON and ADETUNDJI 1969], de l'historique parcellaire [IRVING 1956] et surtout de l'espèce [FERGUSON and HAYNES 1971; OBIGBESAN 1981; OBIGBESAN *et al.* 1981]. Obigbesan *et al.* (1976) montrent que *D. rotundata* répond relativement mal à la fumure potassique alors que *D. alata* y répond si la concentration en K dans le sol est inférieure à 0,15 me par 100g de sol. Les résultats obtenus par Rao *et al.* (1989) à la Dominique semblent confirmer cette tendance.

La réponse au phosphore est relativement rare : 39% et seulement 14% de réponses significatives. Deux hypothèses peuvent expliquer cette « indifférence » de l'igname à la fumure phosphatée. D'abord, avant de passer à l'autotrophie, la plante vit sur les réserves du tubercule semence et c'est particulièrement vrai pour le phosphore. Ainsi, on montre que le phosphore diminue plus rapidement que les autres nutriments dans le semenceau durant les deux premières semaines après la levée de la dormance [FERGUSON 1973]. Chez *D. alata*, le contenu en P de plantes provenant de semence est le double de celui provenant de bouture de tige et ce, alors qu'aucun symptôme de carence n'est visible et que les infections vasculaires racinaires par mycorhizes sont similaires [VANDER ZAAG *et al.* 1980]. Une grande partie du contenu en P de la plante pourrait donc provenir du tubercule semence. Ensuite, rapidement après le passage à l'autotrophie, l'association avec des mycorhizes permettrait à l'igname de s'affranchir d'une grande partie de ses besoins en P. Un essai mené à l'IITA montre que la colonisation par les mycorhizes est lente (35-40% des racines fines après 50 jours puis 40-45% après 90 jours) mais dépasse rapidement le seuil des 20% en deçà duquel l'infection n'est pas utile à la plante [IITA 1976]. Vander Zaag *et al.* (1980) montrent aussi sur *D. esculenta* qu'il existe une relation entre la réponse à P et la précocité d'infection par les mycorhizes. Enfin, *D. rotundata* semble bien utiliser le phosphore, même à un faible niveau dans la solution du sol (0.005ppm) [VANDER ZAAG 1978]. Dans ces conditions, la réponse à la fumure en phosphore pourrait dépendre non pas de la teneur en P assimilable dans le sol mais de la taille du tubercule semence, de sa concentration en P, de la précocité d'infection par les mycorhizes et de leur efficacité à fournir du phosphore à la plante.

La situation est donc complexe. Plusieurs outils peuvent cependant nous aider à mieux choisir parmi ces (trop) nombreuses recommandations. Certains sont directement utilisables par l'agriculteur ou l'agent de développement.

Type de sol, précédents et végétation dominante

Certains grands types de sols sont connus pour être déficients en nutriments et représentent une première indication d'un faible potentiel nutritionnel pour la plante. Bien sûr, l'historique parcellaire peut accentuer ou diminuer la réponse attendue à un nutriment. Ainsi, le nombre

d'année de culture, le type de jachère, les pratiques culturales (chaulage, fumures, ...) sont à prendre en compte lorsqu'on les connaît.

Enfin, la végétation dominante ou les carences affichées par l'igname (cf. [GAZTAMBIDE and CIBES 1975]) ou les autres cultures environnantes sont autant d'indicateurs de déficience et donc de probabilité de réponse. Cependant, l'igname montre rarement des symptômes de carences. Ainsi, *D. rotundata* cultivé sur des sols présentant des concentrations en azote de 0,11% ne présente aucun symptôme [ADUAYI and OKPON 1980]. Et, même avec une concentration en azote dans le sol de 0,06-0,08%, l'igname se développe normalement [SOBULO 1972b]. C'est à nouveau assez surprenant pour une plante dite très exigeante en fertilité.

Rendements potentiels

Un rendement potentiel élevé augmente la probabilité d'une réponse de l'igname à la fertilisation. Ainsi, Vander Zaag et al. (1980) montrent, pour trois espèces d'ignames, que les variétés à plus haut rendement potentiel ont des besoins plus élevés en phosphore. A l'inverse, si le rendement attendu est faible pour une raison autre que la nutrition minérale (climatique, sanitaire, ...), la réponse à la fumure sera probablement faible. Ainsi, à la Dominique, les fortes attaques d'anthracoses masquent la réponse de *D. alata* quelle que soit la source de nutriments (NPK, poudrette de parc, paillage, cendre, ...) [RAO and GEORGE 1987].

En plus des conditions climatiques, les plantes à racines et tubercules sont influencées par le milieu de croissance de l'organe de récolte. Ainsi, Kang et Wilson (1981), montrent que la réponse de *D. rotundata* à la fertilisation minérale est accentuée par la grosseur de la butte. L'effet d'une application d'azote est aussi accentué par la présence de tuteurs [CHAPMAN 1965].

Exportations

En l'absence d'une réelle compréhension des mécanismes contrôlant la nutrition minérale de l'igname, plusieurs recommandations se basent sur les exportations. La figure 1 reprend les exportations par tonne de matière fraîche. Elles sont assez stables entre espèces.



CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

41

**Forty First
Annual Meeting 2005**

GUADELOUPE

Vol. XXXXI - Number 2