

TROPICULTURA

2011 Vol. 29 N°1

Trimestriel (janvier- février- mars)

Driemaandelijks (januari- februari- maart)

Se publica po año (en enero- febrero- marzo)



Le lait des dromadaires est une source importante de nourriture pour les éleveurs turkanas au Kenya. Dans cette région aride, ces animaux peuvent rester plusieurs jours sans boire. © Roger Job, 2009 (*Vétérinaires Sans Frontières Belgium*).

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruyse
11, Rue d'Egmontstraat
1000 Bruxelles/Brussel

Avec les soutiens
de la Direction Générale de la Coopération au Développement (DGD) www.dg-d.be,
du Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur et Coopération au Développement, www.diplomatie.belgium.be
de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer ARSOM, www.kaowarsom.be,
du Conseil interuniversitaire de la Communauté française de Belgique CIUF, www.ciuf.be,
du Vlaamse Interuniversitaire Raad VLIR, www.vlir.be, et de la Région Bruxelles Capitale

Met de steun van
De Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking (DGD), www.dg-d.be, de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken,
Buitenlandse Handel en Ontwikkelingssamenwerking, www.diplomatie.belgium.be,
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen www.kaowarsom.be, de "Conseil interuniversitaire de la Communauté française
de Belgique (CIUF)", www.ciuf.be,
de Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR), www.vlir.be, en van het Brussels Gewest

BUREAU DE DEPOT- AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X/ BRUSSEL X



Avec le soutien de
**LA COOPÉRATION
BELGE AU DÉVELOPPEMENT** **.be**

Met de steun van
**DE BELGISCHE
ONTWIKKELINGSSAMENWERKING** **.be**

SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

Jatropha curcas: Miraculous Plant or Tree of the Devil?

Jatropha curcas: plante miraculeuse ou arbre du diable?

Jatropha curcas: wonderbaarlijkse plant of boom des duivels?

Jatropha curcas: ¿planta miraculosa o árbol del diablo?

G. Mergaei 1

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Etude comparative de la rentabilité de deux types d'apiculture au Nord Ouest Cameroun

Vergelijkende studie van de rentabiliteit van twee typen bijenteelt in Noord-West Kameroen

Estudio comparativo de la rentabilidad de dos tipos de apicultura en el Nordeste de Camerún

A.S. Tsafack Matsop, G. Muluh Achu, F. Kamajou, Verina Ingram & M. Vabi Boboh 3

Evolution de la pêche au lac d'Ayamé depuis l'expulsion des pêcheurs non nationaux (Côte d'Ivoire)

Evolutie van het vissen in het Ayame meer na de deportatie van niet-nationale vissers (Ivoorkust)

La evolución de la pesca en el lago de Ayamé desde la expulsión de los pescadores no nacionales (Costa de Marfil)

A.F. Vanga 8

Yield and Economics of Plantain Production under Six Weed Management Systems in a Derived Savanna Agro-Ecosystem

Rendement et économie de la production de la banane plantain avec six techniques de gestion des mauvaises herbes dans un agro-système de la savane dérivée

Opbrengst en economie van plantein bananeteelt onder zes systemen van onkruidbestrijding in een agrosysteem van afgeleide savanne

El rendimiento y la economía de la producción del plátano macho con seis técnicas de gestión de las malas hierbas en un agro-sistema de la sabana derivada

B.C. Echezona, K.P. Baiyeri & F.D. Aindigh 14

Impact of Poultry Manure on Growth Behaviour, Black Sigatoka Disease Response and Yield Attributes of Two Plantain (*Musa* spp.AAB) Genotypes

Action du fumier de volaille sur la croissance, et la résistance à la cercosporiose noire et le rendement pour deux génotypes de plantain (*Musa* spp. AAB)

Impact van pluimveemest op de groei, de resistentie tegen zwarte cercosporidiose en de opbrengst van twee plantein bananen genotypen (*Musa* spp. AAB)

La acción del estiércol del ave de corral en el crecimiento y la resistencia al cercosporiosis negro y el rendimiento para dos genotipos de macho (*Musa* spp. AAB)

S.C. Aba, K.P. Baiyeri & A. Tenkouano 20

Analyse du rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge au Burundi

Analyse van de rol van de plantaardige biodiversiteit van de bossen van Kigwena en Rumonge in Burundi

El análisis del papel de la biodiversidad vegetal de las selvas de Kigwena y de Rumonge en Burundi

P. Hakizimana, T. Masharabu, F. Bangirina, Bernadette Habonimana & J. Bogaert 28

Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun

Gecombineerd effect van bladeren van *Tithonia diversifolia* en anorganische meststoffen op de opbrengst van maïs en op de eigenschappen van ijzerhoudende grond in Centraal-Kameroen

El efecto combinado de las hojas de *Tithonia diversifolia* y de los abonos inorgánicos en los rendimientos del maíz y las propiedades de un suelo ferralítico en Camerún Central

F. Kaho, M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet & J.C. Tchantchaouang 39

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

L'élevage catalyseur de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement

Veeteelt, booster voor de bereikbaarheid van de millenniumdoelstellingen voor ontwikkeling

La cría catalizadora del alcance de los objetivos del milenario para el desarrollo

A.L.M. Gbaguidi, D. Byakya Kikukama, M. Djemal, F.J. Mougang & Carine Nyilimana 46

LES ACTIONS DE LA DGD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGD/LAS ACTIVIDADES DE LA DGD 55

The opinions expressed, and the form adapted are the sole responsibility of the author(s) concerned
Les opinions émises et la forme utilisée sont sous la seule responsabilité des auteurs
De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)
Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen unicamente la responsabilidad de los autores

***Jatropha curcas*: Miraculous Plant or Tree of the Devil ?**

Access to energy is a prerequisite for development. In many tropical countries the structural increase in fossil fuel prices due to their scarcity affects negatively the activities of economic stakeholders, who need electricity or fuel to work. To cover better the energy needs of the countries concerned, some institutions and organizations have begun to consider more and more the potential of agro-energy plants since 2007. Among these *Jatropha curcas* L. has generated particular enthusiasm based on its numerous putative assets. According to its most convinced promoters, *J. curcas* can simultaneously produce large amounts per hectare of non-edible high quality oil, restore marginal soils, improve the fertility of all soil types, reforest degraded land, promote tenure security, limit the wandering livestock's damage to the crops, diversify farmers' incomes, and supply by-products with phytosanitary and therapeutic uses.

However the miraculous qualities of *Jatropha* are increasingly challenged by other stakeholders (mainly NGOs), who have a much more negative opinion regarding the effects of its spreading cultivation. They claim that, based on the results available from the first attempted plantations, *Jatropha curcas* does not deliver satisfactory yields on marginal land. Grown on an industrial scale, it needs large amounts of inputs (fertilizers and pesticides), but even then the yields are often less than expected. The costs of the inputs combined with low yields and high harvesting costs invariably result in negative returns from *Jatropha* plantations. According to the most "outrageous" of its critics *Jatropha* is a plant of the devil, whose cultivation will never be sustainable either economically, environmentally, or socially. Some of them however acknowledge that *Jatropha* may play a positive role in the alleviation of rural poverty when it is grown on a small scale and is associated with food crops or used as hedges around fields.

These controversies highlight the need for multidisciplinary knowledge to inform policy makers on strategies to adopt regarding *Jatropha* dissemination. For that purpose it is essential to have reliable data on: (i) the ability of the plant to adapt to poor soils and to rainfall variability in tropical environments, (ii) its susceptibility to diseases and pests, (iii) its performances according to soil type and the cultivation practices (in pure stand or intercropped, with varying levels of inputs, with or without irrigation), (iv) its economic (profitability compared to other crops), environmental (possible effect of the plant multi-toxicity), and social (risk of work overload, possible consequences on land tenure) sustainability.

Given the importance of this issue for rural development in many tropical regions, we will pay special attention to all quality scientific information on the major above-mentioned questions that will be submitted for publication to *Tropicultura* in the future.

I hope you enjoy reading this first issue of 2011.

Prof. Dr. Guy Mergeai
Chief Editor

***Jatropha curcas*: plante miraculeuse ou arbre du diable ?**

L'accès à l'énergie est une des conditions préalables du développement. Dans de nombreux pays tropicaux, l'augmentation structurelle du prix des énergies fossiles suite à leur raréfaction affecte négativement les activités des opérateurs économiques qui ont besoin d'électricité ou de carburant pour travailler. Afin de mieux couvrir les besoins énergétiques des pays concernés, des acteurs institutionnels ont commencé à s'intéresser de plus en plus à partir de 2007 aux potentialités des plantes agro-énergétiques. Parmi celles-ci, *Jatropha curcas* L. a suscité un engouement particulier basé sur les multiples vertus qui lui ont été attribuées. A en croire ses promoteurs les plus convaincus, *J. curcas* peut tout à la fois produire de grandes quantités par hectare d'huile non comestible de haute qualité combustible, restaurer les sols marginaux, améliorer la fertilité de tous les types de sol, reboiser les terres dégradées, favoriser la sécurité foncière, limiter les dégâts du bétail divagant sur les cultures, diversifier les revenus des agriculteurs, et obtenir des sous-produits présentant des usages phytosanitaire et thérapeutique.

Les qualités «miraculeuses» du *Jatropha* sont cependant de plus en plus remises en question par d'autres acteurs (principalement des ONG) qui ont un avis beaucoup plus négatif par rapport aux effets de la diffusion de sa culture. Selon eux, sur base des résultats disponibles concernant les premiers essais de plantation, *J. curcas* ne donne pas de rendement satisfaisant sur des terres marginales. Cultivé à une échelle industrielle, il a besoin de grandes quantités d'intrants (engrais et pesticides), mais même alors, les rendements sont souvent moins élevés que prévu. Les coûts des intrants combinés avec de faibles rendements et des coûts de récolte élevés aboutissent invariablement à une rentabilité négative des plantations de *Jatropha*. Pour ses critiques les plus "outranciers", *Jatropha* est une sorte de plante du diable dont la culture ne sera jamais durable tant au point de vue économique, qu'environnemental et social. Certains des détracteurs de la plante reconnaissent toutefois que quand il est cultivé sur une petite échelle, associé à des cultures vivrières ou utilisé comme haies autour des champs, le *Jatropha* peut jouer un rôle positif dans la réduction de la pauvreté rurale.

Ces controverses soulignent le besoin de connaissances multidisciplinaires afin d'éclairer les décideurs sur les stratégies à retenir concernant la diffusion du *Jatropha*. Il est fondamental de disposer à cet effet de données fiables sur: (i) la capacité de la plante à s'adapter aux sols pauvres et à la variabilité pluviométrique des milieux tropicaux, (ii) sa sensibilité aux maladies et aux ravageurs, (iii) ses performances agronomiques en fonction des types de sol et des modes de conduite de sa culture (en culture pure ou associée, avec plus ou moins d'intrants, avec ou sans irrigation), (iv) la durabilité économique (rentabilité comparée à celle d'autres spéculations), environnementale (effet possible de la multi-toxicité de la plante) et sociétale (risque de surcharge en travail, implication sur la tenure des terres) de la culture.

Compte tenu de l'importance de cette problématique pour le développement rural de nombreuses régions tropicales, nous accorderons une attention particulière à toutes les informations scientifiques de qualité portant sur les grandes questions reprises ci-dessus qui seront soumises pour publication à Tropicultura dans le futur. Je vous souhaite une bonne lecture de ce premier numéro de l'année 2011.

Guy Mergeai,
Rédacteur en chef

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Etude comparative de la rentabilité de deux types d'apiculture au nord ouest Cameroun

A.S. Tsafack Matsop^{1*}, G. Muluh Achu², F. Kamajou³, Verina Ingram⁴ & M. Vabi Boboh⁵

Keywords: Beekeeping- Profitability- Benefit/Cost analysis- Rural livelihoods- Cameroon

Résumé

La présente étude examine la rentabilité financière de l'apiculture au Cameroun. Son objectif global est de comparer la rentabilité des deux types d'apiculture pratiqués au Nord Ouest Cameroun. L'hypothèse globale est qu'il existerait une différence significative en rendement de miel et en bénéfice net entre les exploitations apicoles traditionnelles et celles améliorées. Un sondage à deux degrés de stratifications a été utilisé pour obtenir un échantillon de 100 exploitations apicoles. Les données primaires portaient sur les éléments de coût et de revenu. Le modèle d'analyse B/C a été utilisé. A la suite des analyses faites à l'aide des logiciels Excel et SPSS, Les principaux résultats suivants ont été obtenus: les exploitations apicoles traditionnelles (avec les ruches traditionnelles) et les celles semi modernes ou améliorées (avec les ruches kenyanes «KTBH») produisent respectivement 77,46 et 112,68 litres de miel par an en moyenne, pour des revenus totaux respectifs de 86 832,39 et 143 791 FCFA. La valeur annuelle moyenne respective de leur ratio de bénéfice net sur coût total est de 1,168 et 1,193. Malgré quelques difficultés, l'apiculture au Nord Ouest Cameroun est rentable. En dépit du caractère statique de l'étude, nous suggérons aux apiculteurs d'adopter les ruches améliorées.

Summary

Comparative Study of the Profitability of Two Types of Bee Farming in the North West Cameroon

The present study examines the financial profitability of beekeeping in Cameroon. The global objective is to compare the profitability of two types of bee farms in the North West Region. The main hypothesis, however, is the following: there is a significant difference in output and in net benefit between traditional and semi-modern bee farms. As regards the methodology used, a two stage stratified random sampling technique was used to select 100 bee farmers. Primary data was collected on elements of costs and revenue. The technique of cost benefit analysis was used to analyze the data. Findings showed that traditional beekeeping and semi-modern beekeeping (using Kenyan hives «KTBH») farms have an average production of 77.46 and 112.68 liters of honey per year respectively, for the respective average total revenue of 86 832.39 FCFA and 143 791 FCFA. The average annual value of their ratio Net Benefit/Total Cost is 1.168 and 1.193 respectively. The semi-modern bee hives perform better than the traditional one. Even with some difficulties faced by some farmers, bee farming in the North West Cameroon remains profitable. Despite the static character of this study, we suggest that beekeepers should adopt the semi-modern (Kenyan) hives.

Introduction

Un peu partout dans le monde, l'objectif principal des apiculteurs est la vente de leurs produits ou services (2, 13). Au Cameroun, d'après INADES formation et Romet (10, 16), l'apiculture est une activité économique potentielle, et trois types sont rencontrés: l'apiculture traditionnelle (avec les ruches traditionnelles), traditionnelle améliorée encore appelée semi moderne (utilisant les ruches kenyanes), et moderne (avec les ruches à hausses). Malgré les potentialités du pays, cette activité continue de se

heurter à une offre intérieure inférieure à la demande (4, 5, 6). Alors qu'on s'attendrait à une plus forte implication des paysans dans ce secteur, ces derniers semblent hésitants ou embarrassés, à cause de leur ignorance sur la rentabilité de l'activité.

En effet, Romet (16) estime que la ruche traditionnelle est très rentable à cause de ses faibles coûts, alors que Eyenga (3) pense plutôt que cette ruche n'est pas rentable. Mais, aucun de ces auteurs n'est passé par des calculs économiques pour soutenir son point de

¹Université de Dschang Cameroun; Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FSEG). E mail: sygnola@yahoo.fr

²FSEG, Université de Dschang, Cameroun.

³Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricole, Université de Dschang, Cameroun.

⁴CIFOR Afrique Centrale (Cameroun).

⁵SVN Cameroun.

Reçu le 29.07.10 et accepté pour publication le 29.10.10.

vue. Cette approche rejoint la majorité des travaux antérieurs (à notre connaissance) sur la rentabilité de l'apiculture en Afrique. Travaux qui dans la presque totalité des cas semblent un peu théorique parce que fondant leur analyse sur le compte d'exploitation prévisionnel sans enquêtes socio-économiques. Bien que les études de Mbétid-Bessane et Wright *et al.* (11, 20) respectivement en République Centrafricaine (RCA) et en Uganda aient fait l'exception, les réalités de chaque pays font que ses résultats ne s'appliquent pas en tous points au Cameroun. D'ailleurs, tandis que Wright *et al.* (20) n'a pas tenu compte de l'amortissement de la ruche, Mbétid-Bessane (11) n'a pas fait de distinction entre les différents types d'apicultures. Pourtant, le type d'apiculture est fonction du type de ruche (10), et le matériel d'extraction diffère lorsqu'on passe des types traditionnel et semi moderne au type moderne (1, 7, 18, 20). Au Cameroun une fois de plus, pendant que Tchoumboue *et al.* (17), quoique jumelant les types d'apicultures semi moderne et moderne sous l'appellation apiculture améliorée, montrent que la production de miel varie d'un type de ruche à l'autre, Mboufack (12) par le même itinéraire montre le contraire. Les avis sont donc partagés sur la rentabilité apicole au Cameroun. On ne sait alors dans quel type d'apiculture investir, pour quels bénéfices nets, et quel délai de récupération.

L'objectif de ce travail est de comparer la rentabilité des deux types d'apicultures pratiqués au Nord-Ouest Cameroun. Son hypothèse est qu'il y aurait une différence significative en bénéfice net entre l'apiculture traditionnelle et l'apiculture semi-moderne.

Méthodologie de l'étude

Présentation de la zone d'étude et de l'échantillonnage

Le Nord Ouest Cameroun est un milieu montagneux avec des forêts en voie de disparition. Sa flore est réservée à l'agro pastoral, le maïs et le café étant les cultures principales. Cette zone présente un faible niveau de vie (14, 15). L'apiculture y est ancienne et attire davantage les populations (9); c'est l'une des rares zones au pays où l'on rencontre assez d'exploitations apicoles traditionnelles et améliorées. Notre unité statistique étant l'exploitation apicole, nous avons considéré les types d'exploitations pratiqués au Nord Ouest. A la suite de notre présondage, l'apiculture moderne n'y est pas pratiquée. Cent exploitations apicoles ont alors été

choisies au hasard via un sondage à deux degrés de stratifications. Il était constitué de 40% d'exploitations traditionnelles et 60% semi modernes. L'enquête a eu lieu à la période de récolte 2005 pour minimiser les erreurs d'estimation des paysans. Le questionnaire administré par interview direct identifiait les éléments de coûts et de revenus.

Technique de réalisation des objectifs

Bien que le ratio des bénéfices sur coûts actualisés: $B/C = \sum B_n(1+r)^{-n} / \sum C_n(1+r)^{-n}$ soit plus indiqué, nous avons utilisé le taux de rentabilité annuel (soit le même ratio sur un an «n= 1») à cause de l'indisponibilité des données sur plusieurs années. L'objectif des producteurs étant la vente de leurs produits, le ratio de marge nette a été calculé. Nous avons aussi calculé la marge brute $MB = PQ - (CV_p + CV_v)$, avec:

CF= Charge Fixe totale; CV_p = Coût variable de production; CV_v = Coût variable de vente; Q= quantité produite et vendue; P= prix de vente.

Pour comparer le rendement des deux types d'apicultures, nous avons effectué le test:

H_0 : $Q_1 = Q_2$ contre H_1 : $Q_1 \neq Q_2$. Q_1 et Q_2 étant les rendements respectifs.

Ayant trouvé le bénéfice net (B_i) et le taux de rentabilité annuel (R_{0i}) des produits pour chaque type d'exploitation, nous avons respectivement testé les hypothèses:

H_0 : $B_1 = B_2$ contre H_1 : $B_1 \neq B_2$, puis H_0 : $R_{01} = R_{02}$ contre H_1 : $R_{01} \neq R_{02}$.

Le logiciel SPSS a été utilisé. Le seuil de signification était de 5% sauf précision contraire; la règle de décision était: rejeter H_0 si probabilité critique $p(t) \leq 0,05$.

Résultats et discussion

1- Rendements des exploitations apicoles au Nord Ouest Cameroun

De tous les produits de la ruche potentiellement exploitables au Cameroun, seulement trois font l'objet d'attention au Nord Ouest du pays. La totalité des exploitations apicoles de cette zone met l'accent sur la production du miel. Ce produit principal est suivi de la cire, même si plus du tiers (35%) des exploitations restent ignorant de son processus d'extraction. La propolis quant à elle n'est que très timidement récoltée (moins de 15% des EA), sinon négligée à cause de l'absence d'un marché incitatif.

Tableau 1
Productions annuelles moyennes et autoconsommation moyenne des produits de la ruche par type d'exploitation apicole au Nord Ouest Cameroun en 2005

Type d'exploitation	Libellés	Quantités produites			Quantités autoconsommées		
		Miel (en litre)	Cire (en kg)	Propolis (en g)	Miel (en litre)	Cire (en kg)	Propolis (en g)
EAT	Moyenne	77,46	5,568	182,524	16,079	0,7169	59,781
EASM	Moyenne	112,68	7,176	127,715	20,788	2,766	79,775

Au seuil de signification de 10%, les exploitations apicoles traditionnelles (EAT) ont en moyenne une expérience apicole plus élevée par rapport aux exploitations apicoles semi modernes (EASM), soit 3,02 ans contre 2,53 ans; avec la probabilité critique $P(t) = 0,082$. Le tableau 1 présente les rendements de produits entre les exploitations apicoles (EA) et donne à priori l'impression d'une différence frappante entre ces EA.

Toutefois, il n'y a pas de différence significative tant sur le rendement de miel que sur celui de la cire entre EAT et EASM [77,46 contre 112,68 litres avec $P(t) = 0,358$ pour le miel, et 5,57 contre 7,18 kg avec $P(t) = 0,478$ pour la cire]. Mais, en terme de rendement annuel moyen de miel par ruche, celui-ci diffère significativement (au seuil de 5%) entre les ruches peuplées traditionnelles et celles kenyanes; ces dernières produisent plus (4,49 litres) par rapport à celles traditionnelles (3,75 litres), avec $P(t) = 0,019$. Cette différence de rendement par type de ruche rejoint Tchoumboué *et al.* (17) à l'Ouest Cameroun et Wainwright (19) en Zambie; mais elle ne s'accorde pas avec Forboseh (8) à Oku ou Mboufack (12) à Boyo au Nord-Ouest Cameroun.

La différence non significative en production annuelle totale entre les types d'exploitation apicole serait liée au fait que malgré le nombre de ruches peuplées légèrement élevé dans les EAT par rapport aux EASM (59% contre 58%), la différence significative de rendement par ruche annule la différence totale entre EA. Par ailleurs, il n'y a pas de différence significative au niveau du revenu total du miel produit (autoconsommation incluse) entre les EAT et les EASM. En effet, sa moyenne est de 86 832,40 FCFA et 143 791,20 FCFA respectivement, avec $P(t) = 0,296$; le revenu total étant fortement corrélé à la production, ceci reste une conséquence de la différence non significative en rendement totale. Signalons que pour des besoins énergétiques et thérapeutiques, l'autoconsommation de miel dans l'ensemble varie de 1 à 66 litres par an par EA, avec une moyenne de 18,81 litres et un écart type de 16,81 litres; le mode étant de 10 litres. Entre EAT et EASM, la moyenne annuelle respective est de 16,09 et 20,79 litres (soit 20,76% et 18,48% de la production totale respective de ces EA), avec une différence non significative [$P(t) = 0,167$]. Ce taux est très proche, sinon dans l'intervalle (20 à 30%) trouvée par le Ministère de la Coopération française (13).

2- Délai de récupération apicole au Cameroun

Le bénéfice net moyen respectif par an entre les EAT et EASM est de 38 977 FCFA et 70 677 FCFA. Par ailleurs, les taux de rentabilité annuels (R_0) moyens respectifs de 1,168 et 1,193 conduisent pour chaque type d'exploitation à un délai de récupération moyen inférieur à un an. Toutefois, l'écart type de R_0 pour chacune des exploitations apicoles (EA) est proche de

2, soit très au-dessus de la moyenne, et signale donc une forte dispersion. La valeur médiane de R_0 de 0,42 et 0,66 respectivement pour EAT et EASM montre que la moitié des exploitations de chaque type a un délai de récupération très proche de deux ans.

Le taux d'épargne annuel au Nord Ouest oscille entre 1 et 100%; il est fixé à 5% pour la moitié enquêtée. En comparant R_0 au coût d'opportunité de la zone (qui y est ce taux d'épargne), toute chose étant égale par ailleurs, si les EA investissent dans l'apiculture au lieu d'épargner dans une micro finance par exemple, alors le ratio bénéfice net sur coûts de production (R_0) dans l'ensemble montre que la moitié de celles-ci réalisera au moins un bénéfice net de 50% au cours de l'année, soit 10 fois le taux d'épargne proposé. Toutefois, pendant qu'une EA réalise un bénéfice allant jusqu'à 990% correspondant à un délai de récupération inférieur à deux mois, l'autre réalise plutôt une perte de l'ordre de 710%. Ces derniers sont surtout les apiculteurs non spécialisés (ceux dont l'apiculture n'est qu'une activité secondaire).

3- Comparaison des ratios de marge et B/C entre types d'apicultures

Le ratio marge nette (Tableau 2) montre que les EAT dégagent une marge de 3,6%, tandis que les EASM dégagent 14,3% par unité de miel vendu; cet écart serait lié à la différence significative au seuil de 10% [$p(t) = 0,063$] du prix de vente du miel, à savoir 1157,14 FCFA et 1245,69 FCFA/litre dans les EAT et EASM respectivement.

Bien que le bénéfice net semble différent entre les EAT et EASM, la différence n'est pas significative, puisque $P(t) = 0,515$. Il en est de même du ratio bénéfice net sur coût de production entre EAT et EASM [1,168 et 1,193 respectivement, $P(t) = 0,95$].

La plupart des exploitations apicoles au Nord Ouest Cameroun réalise un bénéfice net positif; mais quelques unes réalisent aussi des pertes. Quel que soit le type d'exploitation, ce groupe de perdant est dominé par les exploitants ayant pour activité principale l'agriculture; les exploitations apicoles créées par ces derniers souffriraient d'une insuffisance de suivi. Lorsqu'on prend par exemple l'apiculture dans l'ensemble, on trouve que 72,41% des exploitations dont l'activité principale est l'agriculture ont un bénéfice net négatif. Par ailleurs, les EAT présentent parmi ces dernières un taux de perte encore plus prononcé. On pourrait alors

Tableau 2
Quelques indicateurs de rentabilité par type d'exploitation apicole au Nord Ouest Cameroun en 2005

Indicateurs	EAT	EASM
Revenu brut (en FCFA)	86 832,389	143 791,201
Bénéfice net (en FCFA)	38 977,002	70 677,089
Ratio $R_0 = B/C$	1,168	1,193
Délais récup	< 1 an	< 1 an
Ratio de marge nette (R_{00})	0,036	0,143

Tableau 3
Répartition du signe du ratio de marge net de l'apiculture suivant l'activité principale au Nord Ouest Cameroun en 2005

Type d'exploitation apicole	Marge nette totale	Activité principale de l'exploitation						Total	
		Apiculture		Agriculture		Autres		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Traditionnelle	≤ 0	1	7,143	12	85,714	1	7,143	14	100
	> 0	4	14,28	19	67,86	5	17,86	28	100
	Taux > 0	4/5= 80%		19/31= 61%		5/6= 83,33%		28/42= 66,67%	
Semi- moderne	≤ 0	2	12,5	10	62,5	4	25	16	100
	> 0	7	16,67	25	59,52	10	23,81	42	100
	Taux > 0	7/9= 77,78%		25/35= 71,43%		10/14= 71,42%		42/58= 72,41%	

suspecter une insuffisance prononcée de la maîtrise de l'apiculture dans les exploitations apicoles traditionnelles non spécialisées. Pourtant, les exploitations apicoles spécialisées réalisent dans l'ensemble un bénéfice net annuel de 299 774 FCFA, soit en moyenne 24 981,17 FCFA par mois. Cette valeur est très proche de celle de 24 500 FCFA par mois trouvée par Tchoumboué *et al.* (17) pour les apiculteurs utilisant les ruches traditionnelles à l'Ouest Cameroun. Elle avoisine également celle de 29 760 FCFA trouvée en 2009 par Ingram (9) à Oku et Belo au Nord Ouest du même pays. Ce bénéfice net mensuel des EA spécialisés est bien supérieur à celui offert par plusieurs employeurs du secteur agropastoral et même informel au Cameroun. Remarquons, que même si les pertes que nous venons de présenter se répercutent sur le ratio bénéfice net/coût de production, le gap entre les EA ayant un bénéfice net positif et les perdants ne sont pas encore très décourageant, et peuvent être redressés: l'activité serait donc prometteuse. D'ailleurs, le tableau 1 montre que l'autoconsommation, notamment du miel est non négligeable dans les EA. Ce qui sous entend que même si le ratio de marge net total présente des écarts négatifs tel que observé via le ratio B/C dans certaines exploitations (Tableau 3), cela n'est pas forcément synonyme d'une perte.

En mettant l'accent sur l'effet du type d'activité, le groupe d'exploitations constitué des agriculteurs et autres EA dont l'activité principale n'est pas l'apiculture, présente une différence significative

inférieure au seuil de 11% [P(t)= 0,107] en bénéfice net par rapport aux EA spécialisées. On trouve aussi une différence significative [P(t)= 0,03] au seuil de signification de 5% du taux de rentabilité annuel moyen entre ces EA (spécialisées et non spécialisées). En effet, le ratio moyen bénéfice net sur coût de production des EA non spécialisées est de 0,8 contre 3,3 pour les EA spécialisées.

Conclusion

Les rendements annuels moyens respectifs de miel par exploitation au Nord Ouest Cameroun sont de 77,46 litres et 112,68 litres pour les EAT et les EASM. Ce qui correspond aux revenus bruts annuels moyens respectifs de 86 832,389 FCFA et 143 791,201 FCFA. Les bénéfices nets moyens respectifs qui en découlent sont de 38 977,002 FCFA et 70 677,089 FCFA. Les taux de rentabilité annuel moyen sont de 1,168 et 1,193 respectivement. Toutefois, au seuil de signification de 5%, il n'y a de différence significative ni en rendement, ni en revenu total, ni en bénéfice net, ni en taux de rentabilité annuel entre les EAT et les EASM. L'activité apicole au Nord-Ouest est intéressante, avec un taux de rentabilité de 50% (soit un délai de récupération de deux ans) pour la majorité des exploitations; pour certains spécialistes en la matière apicole, on note un délai de récupération inférieur à deux mois. Compte tenu de la différence significative de rendement par ruche, nous suggérons que les apiculteurs adoptent les ruches kenyanes sans hésitations, ce qui augmenterait leur bénéfice net.

Références bibliographiques

1. Agromisa, 1994, Apiculture sous les Tropiques. Wageningen and CTA Agrodok, N°32.
2. Bees for Development Journal, December 2005; 77, 4 & 10.
3. Eyenga M., 1998, Initiation à l'apiculture moderne, Cameroun, Université de Yaoundé I.
4. FAO, 2000, Trade Yearbook. Rome (Italie), 54, 180-183.
5. FAO, 2001, Trade Yearbook. Rome (Italie), 55, 249-251.
6. FAO, 2003, Trade Yearbook. Rome (Italie), 57, 248-250.
7. FAO, 2004, Beekeeping and Sustainable Livelihoods. Rome (Italie). Booklet 1.
8. Forboses F.P., 2002, Estimating benefits from beekeeping in the montane forests of northwestern Cameroon. Centre for Environmental Monitoring, Bamenda, Cameroon.
9. Ingram V. & Mala W., 2010, Apiculture products in Cameroon. Briefs. CIFOR. Yaoundé, CIFOR, FAO, SNV, ICRAF, p.2.
10. INADES Formation, 1998, Pour mieux élever les abeilles. Abidjan (Côte d'Ivoire).
11. Mbétid-Bessane E., 2004, Apiculture, source de diversification des revenus des petits agriculteurs: cas du Bassin cotonnier en Centrafrique. *In: Tropicultura*, Vol. 22, 3, 156-158.
12. Mboufack C.B., 2004, Importance sylvo-apicole de *Calliandra cathoysus* (Meissner) et caractérisation de l'apiculture au Cameroun: cas des Départements de Boyo (Province du Nord-Ouest), de la Léké et de la Mefou-Afamba (Province du Centre). Mémoire d'ingénieur à la FASA, Option Economie et Sociologie rurale. Université de Dschang, Cameroun.
13. Ministère de la Coopération Française, 1993, Aspects de l'apiculture. *In:*

Mémento de l'Agronome. Collection Techniques Rurales en Afrique, 4^e édition, 1301-1320.

14. MINEFI/DSRP, 2003, Document de stratégie de réduction de la pauvreté au Cameroun. Yaoundé, Cameroun.
15. MINPAT/Projet PNUD, 2000, «Province du Nord Ouest», Etude socio-économique régionale au Cameroun: éradication de la pauvreté – Amélioration des données sociales. Cameroun: Projet PNUD-OPS CMR/98/005/01/99, 2000, Février.
16. Romet A., 2001, L'abeille Adansonii dans les Haut-Plateaux de l'Ouest Cameroun. UGICAO, Bafoussam, Cameroun.
17. Tchoumboue J., Tchouamo I.R, Pinta J.Y. & Mambou N.N., 2001, Caractéristique socio-économique et technique de l'apiculture dans les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun. Tropicultura, **19**, 3, 141-146.
18. Villières B., 1987, Le point sur l'apiculture en Afrique Tropicale. Dossier N°II, GRET, pp.112-115 et 130-131.
19. Wainwright D., 1989, Newsletter for beekeepers in tropical & Subtropical countries, May. N°14.
20. Wright J., Bradbear N. & Lowore J., 2010, Modern hives, or modern ideas? West & Central Africa forestry knowledge network event: generating and sharing knowledge, Lessons and good practice in apiculture Foumban, Cameroon, FAO/SNV, June.

A.S. Tsafack Matsop, Camerounais, Agroéconomiste et formateur apicole, Master of Science Economiques et de Gestion, Option Agribusiness. Université de Dschang, Faculté des Sciences économiques et de gestion (FSEG), Cameroun. s/c BP: 828 Bafoussam Cameroun. E mail: sygnola@yahoo.fr

G. Muluh Achu, Camerounais, Agroéconomiste, PhD, Chargé de Cours. Université de Dschang, Faculté des Sciences économiques et de gestion (FSEG), Cameroun. email: magachuo@yahoo.com.

F. Kamajou, Camerounais, Agroéconomiste, Professeur agrégé. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles; Université de Dschang, Cameroun email: f_kamajou@yayoo.fr.

Verina Ingram, Anglaise, PhD en cours à l'Université d'Amsterdam, Senior Associate au CIFOR Afrique Centrale, Cameroun. email: v.ingram@cgiar.org.

M. Vabi Boboh, Camerounais, PhD, Senior Social Forestry Advisor SVN Cameroun; email: mvabi@snvworld.org

Evolution de la pêche au lac d'Ayamé depuis l'expulsion des pêcheurs non nationaux (Côte d'Ivoire)

A.F. Vanga*

Keywords: Fishing- Indigenous- Falling catches- Lake Ayame- Ivory Coast

Résumé

Cette étude a été menée dans l'ensemble des débarcadères du lac de barrage hydroélectrique d'Ayamé. Il s'agit d'évaluer l'activité de pêche une décennie après le conflit entre les autochtones et les pêcheurs étrangers qui a entraîné l'expulsion définitive des derniers du dit lac. Pour la collecte des données, un questionnaire a été administré aux pêcheurs, et des entretiens ont eu lieu avec le gestionnaire du lac d'Ayamé, les autorités administratives (Sous-préfet) et coutumières de la zone du lac. Les résultats ont montré que depuis l'expulsion des pêcheurs étrangers en 1998, la pêche est pratiquée majoritairement par les autochtones (69%). L'on constate, toutefois, le retour de quelques étrangers (10%). Concernant l'activité de pêche, la production annuelle de poissons est passée de 700 tonnes en 1998 à 516 tonnes en 2007. Concernant la répartition des captures par famille et espèces, les Cichlidae constituent l'essentiel des captures (52%). Le tilapia *Oreochromis niloticus* qui avait presque disparu du lac d'Ayamé en 1998 (3%) au profit du tilapia *Sarotherodon melanotheron* (51%), revient avec une proportion de 23% contre 29% pour la deuxième espèce citée. Au niveau du poids moyen des poissons capturés, il a évolué de l'ordre de 200 grammes en 1998 à 400 grammes en 2008. Cela suscite un intérêt économique pour la ressource.

Summary

Evolution of Fishing on Lake Ayame since the Deportation of Non National Fishermen (Ivory Coast)

This study was conducted in all landing stages of man made lake Ayame in Ivory Coast. It's about assessing fishing activities a decade after the conflict between indigenous and non national fishermen who led to the final expulsion of the last one from that lake. For the data collecting a questionnaire survey was administered to fishers, and interviews were held with the lake manager, the administrative and custom authorities in the area of the lake. The results showed that since the expulsion of non national fishermen in 1998, the fishing is mainly done by indigenous with 69%. However, we notice the return of some alien with 10%. Regarding the fishing, fish production has decreased from 700 tons in 1998 to 516 tons in 2007. According to the distribution of catches by family and species, the cichlidae are the most catches with 52%. *Tilapia Oreochromis niloticus* which had nearly disappeared from the lake since 1998 with 3% to the benefit of *tilapia Sarotherodon melanotheron* with 51%, is reappearing with a proportion of 23% against 29% for second species cited. Regarding the average weight of fish caught, it has varied from 200 grams in 1998 to 400 grams in 2008 for the two main species fished.

Introduction

La pêche constitue l'une des plus anciennes activités qui procurent à l'homme des moyens de subsistance (4). En outre, selon Anonyme (3) et Micha & Frank (11), le poisson représente la principale source de protéine (plus de 70%) pour les populations africaines. Pour les populations à faible revenu, il est souvent la seule source de protéine accessible. Aussi, la demande en produits de la pêche s'est-elle accrue sur les marchés. Selon Pullin *et al.* (14), cette situation qui est la conséquence d'une croissance démographique galopante, a eu pour effet d'intensifier les pressions anthropiques sur les ressources

En Côte d'Ivoire, face aux atouts dont dispose le poisson, un accent particulier a été mis sur sa production (12). Ainsi, en plus de l'agriculture et de

l'élevage, un intérêt particulier est mis sur la pêche dans les lacs de barrage hydroélectriques au niveau de certaines zones de la Côte d'Ivoire. C'est le cas du lac d'Ayamé qui a été construit sur la rivière Bia. Pour améliorer la production aquacole de ce plan d'eau continentale, l'on a procédé à l'introduction des espèces telles que *Heterotis niloticus* et *Oreochromis niloticus* (6). La prolifération de ces espèces introduites a suscité un déplacement massif des pêcheurs issus de pays limitrophes pour l'essentiel (16).

Toutefois, les milieux aquatiques continentaux ont été progressivement affectés par des activités humaines telles la surexploitation des stocks de poisson (2, 5, 10). Contrairement au cas malien, certains pays africains n'ont pris aucune disposition pour réguler l'activité

*URES de Korhogo / Université de Bouaké, 27 BP 199, Abidjan 27, Côte d'Ivoire.
Cel.: (225) 05 083 702 / 03 489 160 E-mail: af_vanga@yahoo.fr

Reçu le 20.09.10 et accepté pour publication le 22.11.10.

de pêche. Il s'en est suivi une migration de pêcheurs étrangers qui a entraîné une baisse des captures par unité d'effort, ainsi que du revenu des pêcheurs (7).

Au niveau du lac d'Ayamé, l'exploitation continue et non contrôlée des ressources halieutiques de ce lac de barrage, a entraîné une chute progressive de la production et une baisse du revenu des acteurs de la filière pêche à partir de 1990 (16).

Ainsi, la volonté chez les différents acteurs de la pêche de contrôler l'exploitation des ressources a entraîné une lutte et des situations de conflit. Au lac d'Ayamé, l'effondrement des stocks de poissons disponibles et le manque de confiance des acteurs dans les autorités coutumières et administratives, ont contribué à aggraver le conflit qui a valu l'expulsion définitive des étrangers du lac en 1998 (18). Cette situation a eu pour conséquences, une paupérisation de certains acteurs de la filière pêche (19). Depuis cette date, comment l'activité de pêche a-t-elle évolué ? Il s'agit, dans cette étude, d'analyser la situation de la pêche au lac d'Ayamé, une décennie après l'expulsion des principaux acteurs originaires des pays voisins de la Côte d'Ivoire.

Matériel et méthodes

Cette étude a été effectuée dans l'ensemble des sept débarcadères fonctionnels du lac d'Ayamé.

Pour la collecte des données, trois techniques ont été utilisées: l'enquête par questionnaire, l'enquête par entretien et l'observation directe des faits.

En ce qui concerne le questionnaire, il a porté sur un échantillon de 132 pêcheurs en activité, rencontrés dans les débarcadères. Le choix de cette technique d'échantillonnage est lié au fait qu'il n'y a eu aucune base de sondage relative aux pêcheurs sur le terrain. L'on ne disposait que de l'effectif des pêcheurs professionnels de l'année 2008 estimé à 180 personnes, selon le rapport d'activité du dit plan d'eau. Ces données étaient différentes de la réalité. L'option a donc consisté à interroger dans la mesure du possible, tous les pêcheurs professionnels dans l'ensemble des débarcadères fonctionnels aussi bien les jours ordinaires que les jours de marché. Les différentes périodes de l'année ont été prises en compte dans la constitution de l'échantillon: la période de crue et celle d'étiage au niveau du lac d'Ayamé.

Quant à l'enquête par entretien, elle a porté sur le gestionnaire local de la pêche ainsi que les autorités administratives (sous-préfet) et coutumières de la zone du lac d'Ayamé.

Pour ce qui est de l'observation directe des faits, elle est en complément des deux premières techniques précitées. Elle a consisté à suivre le comportement des différents intervenants dans la pêche, leurs pratiques habituelles et le matériel de pêche.

Relativement à l'analyse des données, la méthode comparative a été retenue. En outre, le test de corrélation a été appliqué en vue de vérifier la relation entre l'évolution de la production de poisson et celle du nombre des pêcheurs.

Résultats

Population des pêcheurs en activité au lac d'Ayamé

Effectif des pêcheurs du lac d'Ayamé

Les informations recueillies ont permis de suivre l'évolution de l'effectif des pêcheurs depuis 1998. Il ressort des investigations que la dynamique du nombre de pêcheurs présente deux phases: la première phase couvre la période allant de 1998 à 1999. Pendant cette période, l'effectif des pêcheurs a augmenté de manière spectaculaire. A partir de 2000 jusqu'en 2008 (seconde phase), le nombre de pêcheurs a connu une baisse progressive, avec des périodes de stabilisation temporaire.

Structure de la population des pêcheurs du lac d'Ayamé selon l'origine

Le tableau 1 présente la répartition des pêcheurs selon leur origine. Comme l'indique ce tableau, les autochtones représentent l'essentiel (69%) des pêcheurs en activité au lac d'Ayamé. Les étrangers constituent le groupe minoritaire 10% de la population enquêtée.

Structure de la population des pêcheurs du lac d'Ayamé par tranche d'âge

Le tableau 2 présente la structure de la population des pêcheurs par tranche d'âge. Le constat qui se dégage est que l'essentiel des activités halieutiques des lacs d'Ayamé est assuré par des pêcheurs dont l'âge est inférieur à 30 ans. Cette catégorie de pêcheurs, qui est celle des jeunes, représente plus de la moitié des pêcheurs avec une proportion de 64%.

Engins de pêches utilisés sur le lac d'Ayamé

Inventaire des engins

L'inventaire des engins de pêche utilisés au lac d'Ayamé, a permis d'identifier six types d'engins. Il s'agit notamment de l'épervier, de la senne de rivage,

Tableau 1
Répartition des pêcheurs du lac d'Ayamé selon l'origine en 2009

Origine	Effectif	Pourcentage (%)
Autochtones (Nationaux issus de la région)	91	69
Allochtones (Nationaux issus d'une autre région)	28	21
Etrangers (Non-nationaux ou allogènes)	13	10
Total	132	100

Tableau 2
Répartition des pêcheurs du lac d'Ayamé selon l'âge en 2009

Tranche d'âge (ans)	Effectif	Pourcentage (%)
Moins de 30	85	64
De 30 à 45	37	28
45 et plus	10	8
Total	132	100

du filet maillant, de la nasse, du bambou-piège et de la palangre de surface.

Le constat est que, hormis la senne de rivage qui est utilisée seulement en période de crue, le reste des engins sert toute l'année.

Sélectivité des engins de pêche

Le tableau 3 présente la sélectivité ainsi que la proportion des engins utilisés dans le lac d'Ayamé. Comme l'indique le tableau, les engins sont, pour la plupart, sélectifs. Cette sélectivité est plus accentuée au niveau du bambou-piège et de la palangre de surface. En ce qui concerne la proportion des engins utilisés, le bambou-piège (54%) et la nasse (25%) constituent l'essentiel des engins.

Statistiques de la pêche

Production du poisson de 1998 à 2007 sur le lac d'Ayamé

La figure 1 présente l'évolution de la production du poisson de 1998 à 2008 sur le lac d'Ayamé. Elle se fait en trois phases. La première phase part de 1998 à 1999 où la production baisse de 700 à 390 tonnes. La seconde phase va de 1999 à 2001 et est marquée par une hausse de la production qui atteint un maximum de 1.859 tonnes en 2001. La troisième phase couvre la période allant de 2001 à 2008. Durant celle-ci, la production présente une chute progressive jusqu'en 2008 où elle atteint le poids de 467 tonnes.

Espèces de poissons pêchés dans le lac d'Ayamé

La figure 2 indique les proportions des principales espèces de poissons pêchées dans le lac d'Ayamé. Selon la figure, les tilapias *Sarotherodon melanotheron* (Rüppell, 1852) et *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758),

avec respectivement une proportion de 29% et de 23%, constituent l'essentiel des captures de la pêche commerciale.

Par ailleurs, le poids moyen de *Sarotherodon melanotheron* oscille entre 200 et 400 g, tandis que celle de *Oreochromis niloticus* est de l'ordre de 400 à 600 g.

Evolution de la production totale en fonction du nombre des pêcheurs

En vue de vérifier la relation entre l'évolution de la production de poissons en fonction du nombre de pêcheurs, un test de corrélation a été appliqué (Figure 3). La valeur du coefficient *r* obtenue est -0,52. Cette valeur négative indique que la production est inversement proportionnelle au nombre de pêcheurs.

Discussion

L'augmentation de l'effectif des pêcheurs sur le lac d'Ayamé de 1998 à 1999 est liée à l'engouement des Ivoiriens pour la pêche, suite à l'expulsion des pêcheurs étrangers du plan d'eau continentale par les autochtones. Les cadres et autorités politiques natifs de la région auraient promis à la jeunesse autochtone, la création d'une coopérative de pêcheurs avec un appui financier (18). Cet engouement serait aussi lié à la baisse de rentabilité de la principale activité économique de la population autochtone: la production du café et du cacao. En effet, la diminution du prix de ces produits agricoles, les conditions climatiques (changement de climat), les feux de brousse et le coût élevé des produits phytosanitaires ont rendu les conditions de vie des paysans encore plus difficiles (17, 20).

Tableau 3
Répartition des engins utilisés au lac d'Ayamé selon la sélectivité et la proportion

Engins de pêche	Espèces de poissons capturées	Pourcentage (%)
Filet maillant	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	9
	<i>Oreochromis niloticus</i>	
	<i>Heterotis niloticus</i>	
Nasse (en grillage et en liane)	<i>Sarotherodon melanotheron</i>	25
	<i>Oreochromis niloticus</i>	
	<i>Chrysichthys</i> sp.	
Epervier	Toutes les espèces	6
Senne de rivage	Toutes les espèces	2
Bambou piège	<i>Chrysichthys</i> sp.	54
Palangre de surface	<i>Heterobranchus</i> sp.	4
Total		100

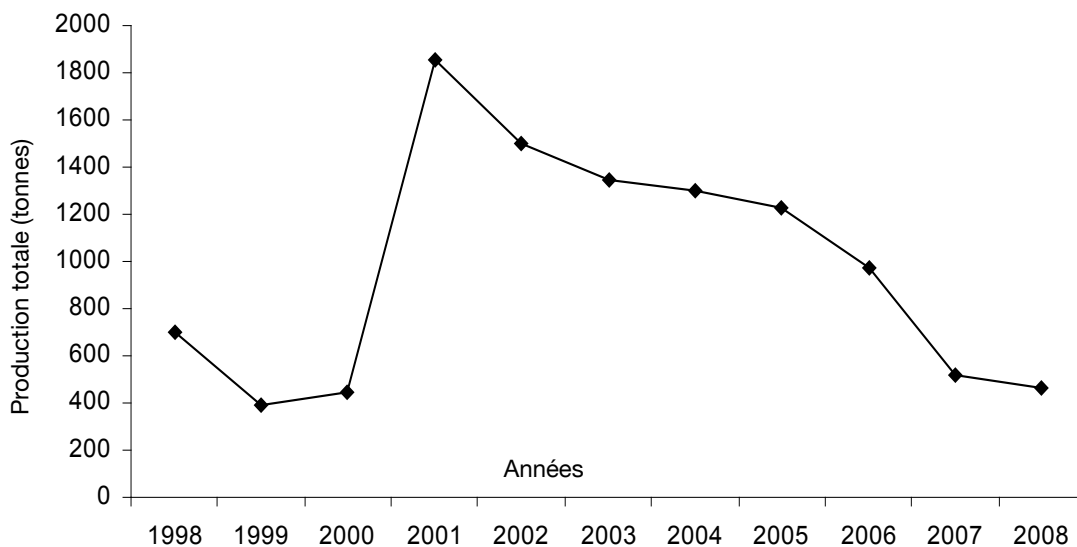


Figure 1: Evolution de la production de poisson au lac d'Ayamé.

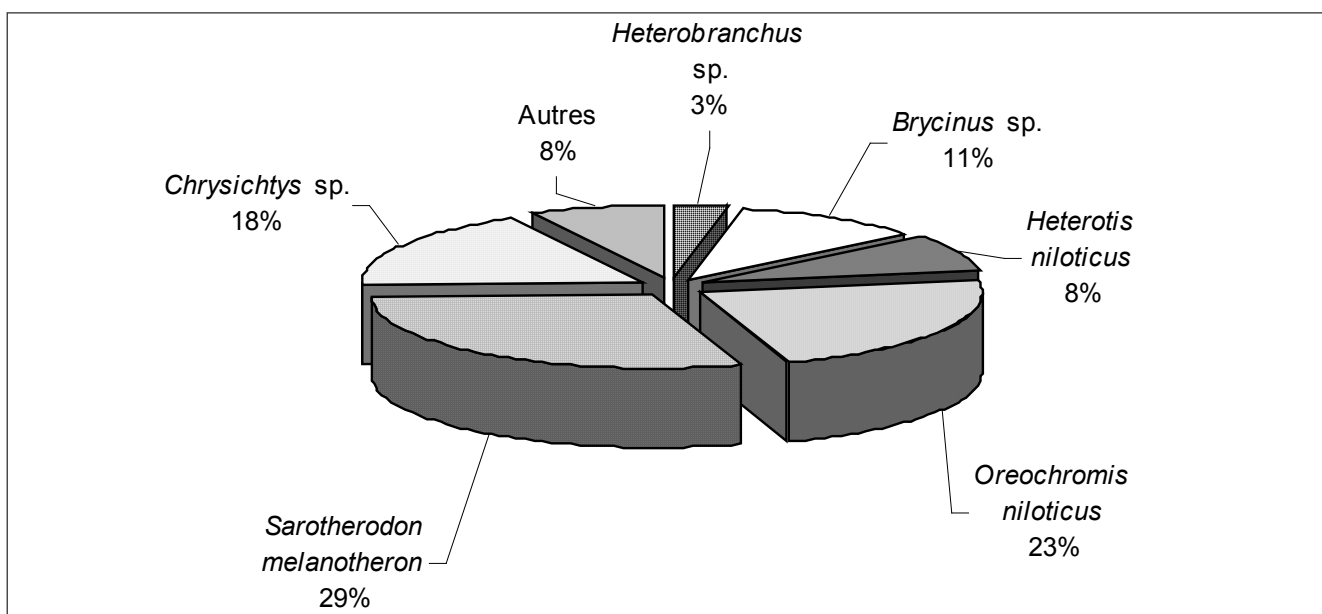


Figure 2: Proportion des espèces de poissons pêchés dans le lac d'Ayamé en 2009.

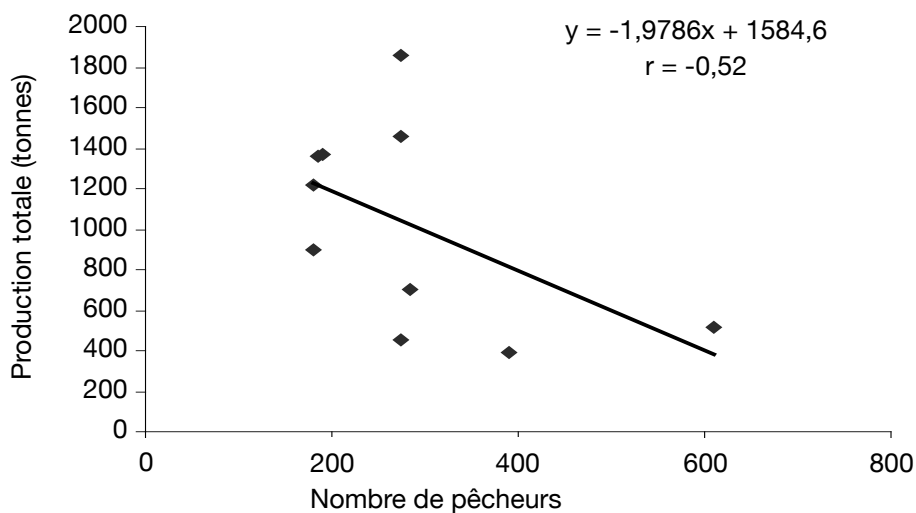


Figure 3: Evolution de la production totale de poisson en fonction du nombre des pêcheurs au lac d'Ayamé.

Ensuite, de 2002 à 2006, l'on note une légère régression de l'effectif exerçant sur le lac. Cette réduction de l'effectif serait liée à la démotivation progressive des pêcheurs autochtones. En effet, le matériel de pêche acquis après le départ des étrangers est vieillissant et non renouvelé pour la plupart; ce qui réduit considérablement leur efficacité et le revenu des pêcheurs. Ainsi, la pêche est progressivement délaissée au profit d'autres activités telles que l'agriculture qui leur semble être beaucoup plus rentable. En plus de ces arguments, il faut dire que les autochtones ne sont pas pêcheurs par tradition (9, 15, 16). Enfin en 2007, une augmentation particulière de l'effectif des pêcheurs est amorcée. Ceci s'expliquerait vraisemblablement par le regain d'intérêt que la population autochtone accorde à la pêche malgré leur attachement au travail de la terre qui semble être beaucoup plus rémunérateur. En plus, la baisse de l'effort de pêche après le départ des allogènes a permis à la ressource de se régénérer en qualité et quantité, ce qui va attirer une tranche de la population. La baisse de l'effort de pêche avait été évoquée en son temps par Ouattara *et al.* (13).

Par ailleurs, la pêche est pratiquée, en majorité, au lac d'Ayamé par des populations autochtones (69%). Toutefois, en dépit du conflit qui a suscité le départ massif des allogènes en 1998 (18, 19), certains exercent toujours la pêche sur le lac d'Ayamé; mais en nombre réduit (environ 10%). Ils sont basés au niveau du débarcadère de Bakro où ils bénéficient de la tolérance des autorités coutumières et administratives. Ces autorités estiment que l'effectif des étrangers est négligeable et contrôlable; ce qui ne pourrait donc pas causer un problème de cohabitation.

En ce qui concerne la tranche d'âge, les pêcheurs dont l'âge est inférieur à 30 ans, sont majoritaires (64%) dans l'activité de pêche au lac d'Ayamé. Ces données sont contraires à celles obtenues par Vanga (18) qui indiquaient que la pêche était assurée par des pêcheurs dont l'âge se situait entre 30 et 45 ans. Ces pêcheurs étaient essentiellement constitués d'étrangers. Dans le cadre de cette étude, la jeunesse de la population de pêcheurs autochtones serait liée à la présence de jeunes déscolarisés dans la zone du lac.

Relativement aux engins utilisés pour les captures, les résultats ont permis d'identifier six types d'engins, contrairement à sept utilisés avant le conflit autochtones et allogènes en 1998 (18). La nasse en filet n'est plus utilisée au lac d'Ayamé. En se référant à la proportion des engins, l'on constate que le bambou-piège (54%) et la nasse (en grillage et en liane) sont les plus utilisés au lac d'Ayamé. Ce choix dépendrait non seulement des conditions d'acquisition des engins, mais également de leur maîtrise. Leur usage ne demande pas une grande technicité pour les pêcheurs Ivoiriens qui sont peu doués en la matière. En outre, la pose de ces engins ne nécessite pas l'usage d'une

embarcation. Elle se fait généralement à proximité du rivage et permet d'éviter la pêche en pleine eau qui n'est pas trop appréciée par les autochtones en raison du manque d'expérience dans l'utilisation de certains engins. Ce manque d'expérience justifie d'ailleurs la baisse de la production depuis le départ massif des allogènes. L'utilisation des engins tels que les éperviers et les sennes est du ressort des étrangers (18); ce qui justifierait leur faible proportion.

S'agissant de la sélectivité et de l'efficacité des engins de pêche utilisés, l'on note que la taille des poissons pêchés est fonction de la dimension des mailles des filets utilisés. Les sennes, bien qu'utilisées à une proportion de 2%, font des prises importantes avec la capture de divers types d'espèces. Quant aux bambou-pièges, utilisés également à 54%, ils sont spécialisés dans la prise des *Chrysichthys* sp. qui les considèrent comme des bois morts immergés et des rochers qui servent généralement de frayères à ces types de poissons (1)

Les principales espèces rencontrées dans les captures actuelles appartiennent à la famille des Cichlidae. La place de cette famille dans la classification des captures est identique à celle de Vanga (18). Toutefois, l'on observe une légère modification au niveau des espèces et des proportions. C'est le cas, par exemple, de *Sarotherodon melanotheron* qui, avec un poids moyen individuel oscillant entre 200 et 400 g, reste l'espèce la plus pêchée avec une proportion de 29% contre 51% en 1998. L'espèce *Oreochromis niloticus* qui était capturée à près de 3% en 1998, est passée à 23% en 2008. Cette dernière espèce assurait l'essentiel des captures du lac d'Ayamé jusqu'en 1991 avant de disparaître et se retrancher en amont du plan d'eau (18). Elle était, presque absente des prises au large du lac en 1998, pour refaire surface en 2008 avec un poids de moyen de 600 g. Cette réapparition pourrait s'expliquer par la réduction de l'effort de pêche (8) et de la pression des engins surtout sur les Cichlidae (18).

En ce qui concerne l'évolution de la production débarquée, la baisse des captures en 1999 s'explique par l'expulsion des pêcheurs étrangers du lac d'Ayamé. Le vif intérêt suscité par la pêche chez les autochtones justifie l'augmentation des captures jusqu'en 2001. A partir de 2002, la chute progressive de la production de la pêche commerciale pourrait s'expliquer par la perte de l'importance accordée à la pêche, du fait du regain d'intérêt pour la filière café – cacao. Cette filière a été libéralisée par l'Etat de Côte d'Ivoire en 2001, et le prix d'achat aux paysans est devenu plus stimulant que par le passé. Cela se justifie d'autant plus que dans la perception locale, l'activité de pêche n'est pas valorisante car elle serait une activité que ces derniers ne pourraient pas laisser en héritage à la descendance (16).

En outre, le manque de professionnalisme au niveau des pêcheurs ivoiriens pourrait expliquer la baisse

de la production. En effet, ces derniers pratiquent la pêche à temps partiel en utilisant, pour la plupart, des engins limités dans le temps et l'espace. C'est surtout en période d'étiage, où le niveau de l'eau est bas, que la pêche connaît un regain d'activité à leur niveau. Les engins de pêche utilisés dans les zones peu profondes (nasses en grillage surtout), sont plus efficaces à cette période de l'année (18).

Conclusion

La pêche reste une activité économique rentable sur le lac d'Ayamé. Depuis le départ des pêcheurs étrangers, elle est pratiquée par des Ivoiriens constitués, pour la plupart, d'autochtones du lac d'Ayamé. Malgré cet engouement pour la pêche, la situation n'est pas reluisante, et la production est mal maîtrisée par ces derniers qui sont peu spécialisés en la matière.

Le départ des pêcheurs étrangers a entraîné la chute de l'effort de pêche et la baisse de la pression des

engins ainsi que la modification de la composition des captures. En effet, elles sont constituées majoritairement de Cichlidae (Tilapia) qui représente environ 52%, avec une présence plus marquée du tilapia *Oreochromis niloticus* (23%). Le tilapia *Sarotherodon melanotheron* qui constituait l'essentiel des captures de la pêche commerciale en 1998, ne représente plus que 29% des prises.

Par ailleurs, malgré le nombre relativement stable des pêcheurs, les captures du lac d'Ayamé connaissent une baisse constante depuis l'année 2002. Cela a des conséquences non négligeables sur la disponibilité en poisson dans la zone du lac d'Ayamé et sur le revenu des commerçants détaillants. Pour atténuer cette contrainte, la formation des pêcheurs locaux à la professionnalisation de leur activité ainsi que le développement de la pisciculture en cage flottante s'avèrent nécessaires.

Références bibliographiques

- Adepo B., 1996, Différenciation génétique des populations naturelles de poissons d'intérêt aquacole en Afrique de l'ouest: *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède, 1803), *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758). Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle, Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 106 p.
- Albaret J.J., 1999, Le peuplement des estuaires et des lagunes. In: Lévêque C. & Paugy D. (Eds): Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, biologie, écologie, utilisation par l'homme. IRD éditions, Paris, 325-349.
- Anonyme, 1993, Conserver, transformer le poisson. Guide technique et méthodologique. GRET, Collection Le Point Sur, 286 p.
- Daget J., 1994, Aperçu historique sur l'ichtyofaune africaine. In: G.G. Teugels, J.F. Guegan et J.J. Albaret. (Eds.). Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres de l'Afrique. Ann. Mus. Roy. Centr. 275, 17-19.
- Diouf P.S., 1996, Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest: l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine-Saloum. Travaux et documents microfichés 156. ORSTOM, Paris, 267 p.
- Doudet T., 1978, Bilan de douze années d'observation aux débarcadères d'Ayamé d'Aleykro (barrage de Bia), CTFT, repris par le CRO, Aménagement de la pêche et de l'aquaculture en Côte d'Ivoire, 1986.
- Goulding M., 1981, Man and fisheries on an Amazon frontier. The Hague, Dr. W. Junk, Developments in hydrobiology, 4, 137 p.
- Kouasssi, N., 1979, Diagnostic économique et écologique du lac de barrage d'Ayamé I: données sur l'effort de pêche et la production piscicole du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire) en 1978. Département de Biologie et de Physiologie Animale, Université d'Abidjan, 30 p.
- Lâe R., 1997, Estimation des rendements de pêche des lacs africains au moyen de modèle empirique. Aquatic Living Resources, 10, 2, 83-92.
- Lévêque C. & Paugy D. (Eds), 1999, Impacts des activités humaines. In: Les poissons des eaux continentales africaines: diversité, biologie, écologie, utilisation par l'homme. IRD éditions, Paris, 365-383.
- Micha J.C. & Franck V., 2004, Etude prospective pour la relance du secteur pêche et aquaculture en côte d'Ivoire. Ministère de la Production Animale et des Ressources Halieutiques, Abidjan, 60 p.
- N'guessan R., 2005, Pêche continentale en Côte d'Ivoire: cas des pêcheurs de la ville d'Ayamé. Mémoire de Maîtrise de l'Université de Cocody, 127 p.
- Ouattara M., Gourène G. & Vanga A.F., 2006, Proposition de fermeture saisonnière de la pêche en vue d'une exploitation durable du poisson au lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Tropicultura, 24, 1, 7-13.
- Pullin R.S.V., Froese R. & Casal C.M.V., 1999, Initiative de recherche halieutique ACP-UE. Actes de la conférence sur l'exploitation durable de la biodiversité aquatique : données, outils et coopération. Lisbonne, Portugal, 3-5 septembre 1998. Traduit de l'anglais par Lhomme-Binudin C. Rapp. Rech. Halieut. ACP UE, 6, 71 p.
- Sedia N.A.G., 2000, L'accès à l'espace ressource petits barrages dans le Nord ivoirien et les modalités du partage local des bénéfices d'une exploitation: cas de la pêche. Mémoire de maîtrise de sociologie, Université de Bouaké, 75 p.
- Vanga A.F., 1994, La pêche au lac d'Ayamé. Mémoire de DEA Université de Cocody, Abidjan, 43 p.
- Vanga A.F., 1997, Etude socio-économique de la pisciculture. Projet appui à la profession piscicole dans l'Est (Côte d'Ivoire). Coopération belge, 43 p.
- Vanga A.F., 2001, Conséquences socio-économiques de la gestion des ressources naturelles: cas des pêcheries dans le lac d'Ayamé et Buyo (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de l'Université Abobo-Adjamé, 210 p.
- Vanga A.F., 2004, Conséquences socio-économiques de l'expulsion des pêcheurs étrangers en Côte d'Ivoire (Lacs d'Ayamé et de Buyo). Revue Européenne des Migrations Internationales, 20, 1, 197-205.
- Vanga A.F., Gourène G. & Teugels G.G., 2000, Disponibilité en poissons et pouvoir d'achat de la population dans la région du Moyen Comoé (Côte d'Ivoire). Tropicultura, 18, 3, 102-106.

Yield and Economics of Plantain Production under Six Weed Management Systems in a Derived Savanna Agro-Ecosystem

B.C. Echezona*, K.P. Baiyeri & F.D. Aindigh

Keywords: Additive effect- Bunch yield- Economic returns- Integrated Weed management- Nigeria

Summary

The cost of weed management could account for up to 45% of the total cost of plantain plantation management in Nigeria. Thus, the importance of studies on integrated approaches to weed management that will enhance sustainability and profitability of False Horn plantain production. Field studies were conducted to evaluate the growth, bunch yield and economics of plantain production (cv "Agbagba") under six weed management techniques. The studies were carried out during the two cropping seasons 2005 and 2006 at Nsukka, Nigeria. Experimental layout was a randomized complete block design (RCBD) with six treatments; each replicated four times. The six weed management systems evaluated were weed-free (control), slashing at 8-weekly interval, mulching with sawdust, slashing + glyphosate application, mulching with saw dust + glyphosate application and glyphosate application alone. Plots that received mulching with saw dust + glyphosate treatment performed better than other plots in terms of reducing flowering period (334 days), increasing number of hands per bunch (4.7), number of marketable fingers per bunch (18.6), length of longest finger (24.2 cm), largest finger girth (15.7 cm), bunch yield (4.6 t/ha), return on investment (\$11,126.2), benefit cost ratio (3.9) and gross margin (74.2%). There was an additive mulching + glyphosate effect on bunch yield and other economic indices assessed relative to where either mulching or glyphosate alone was applied resulting in about 65% fruit yield increase over weed-free by hoeing. Mulching plantain with sawdust + glyphosate at 2.16 kg/ha therefore was recommended based on better fruit yield and higher economic returns.

Résumé

Rendement et économie de la production de la banane plantain avec six techniques de gestion des mauvaises herbes dans un agro-système de la savane dérivée

Le coût de la gestion des mauvaises herbes pourrait représenter jusqu'à 45% du coût total de gestion des plantations de banane plantain au Nigeria. Ainsi, l'importance des études sur l'approche intégrée de la gestion des mauvaises herbes qui permettront d'améliorer la durabilité et la rentabilité de la production du faux corne plantain. Les études de terrain ont été menées pour évaluer la croissance, le rendement des grappes et l'économie de la production de la banane plantain avec six techniques de gestion des mauvaises herbes. Les études ont été menées au cours de deux saisons culturales en 2005 et 2006 à Nsukka, au Nigeria. Le dispositif expérimental était un dispositif en blocs aléatoires complets (blocs de Fisher) avec six traitements, chacun reproduit quatre fois. Les six systèmes de gestion des mauvaises herbes évalués ont été exempts de mauvaise herbe (témoin), coup de bâton à 8 semaines d'intervalle, paillage avec de la sciure, coup de bâton + application de glyphosate, paillage + application de glyphosate et de l'application du glyphosate seul. Les parcelles qui ont reçu le paillage + traitement au glyphosate avaient de meilleurs résultats que d'autres parcelles en termes de réduction de la période de floraison (334 jours), augmentation du nombre de mains par régime (4,7), le nombre de doigts commercialisables par grappe (18,6); la longueur du doigt le plus long (24,2 cm), la plus grande circonférence de doigts (15,7 cm), le rendement (4,6 t/ha), le retour sur investissement (11.126,2 \$), le ratio coût-bénéfice (3,87) et la marge brute (74,2%). Il y avait un paillage additif + effet glyphosate sur le rendement du peloton et d'autres indices économiques évalués par rapport à ou soit le paillage ou le glyphosate seul a été appliqué. Le paillage de la banane plantain avec la sciure + glyphosate à 2,16 kg/ha a été recommandé et repose sur une amélioration du rendement en fruits et une augmentation du rendement économique.

Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

*Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

Phone: +2348050294362/ +2347061111573

E-mail: chezbon2001@yahoo.co.uk / bonaventure.echezona@unn.edu.ng

Received on 23.03.10 and accepted for publication on 22.10.10

Introduction

Plantains, *Musa* sp. are major food staples in developing countries and in Western and Central Africa. About 70 million people are estimated to depend on *Musa* fruits for a large proportion of their daily carbohydrate intake (20). Plantains and bananas represent the world's second largest fruit crop with an annual production of 129,906,098 metric tons (8). They rank as the fourth most important global food commodity after rice, wheat and maize in terms of gross value of production (11).

Over the years a myriad of problems tend to militate against the production of this crop especially in the tropics. Some of these problems are weeds. Robinson (19) stressed that weeds are a major constraint in the production of this crop for subsistence farmers. In West Africa, weed growth is very prolific and lack of effective weed control is a key factor in the overall cotton yield decline (24). Currently, most researchers are particularly concerned with identifying management techniques that could suppress weed without paying attention to the economics of such identified technique. Anderson (1) reported that weeds in plantain can be controlled through mulching, use of herbicides and manually. According to Obiefuna (18), it is also feasible to control weeds in plantain biologically using Egusi melon (*Colocynthis citrullus*). Obiefuna observed that intercropping plantain with 5000 melon seeds per hectare suppressed weed growth and significantly increased plantain yield. At 2500 melon seeds per hectare, weed control was inadequate and at 10,000 melon seeds per hectare, plantain yield declined due to direct competition with the melon vines. Swennen (21) found mulching most efficient in weed control because a mulch layer impedes or prevent weed growth. Anderson (1)

while recommending mulching as an efficient weed control technique enumerated several other mulched materials that could be used as hay, manure, grass clippings, straw sawdust, wood chips, rice hulls, paper and plastic films. Whereas, chemical weed control was judged to be expensive and noxious, manual weeding was reported as damaging maize root systems (22). Avarez De La Pena (2) reported good control of different weed species with the use of Roundup (glyphosate) applied at 3-5 litres/ha for *Cyperus* or at 5-7 litres/ha for *Cynodon dactylon* in bananas without injury.

Plantain production as a business like every other enterprise is aimed at profit maximization by the farmer. There is therefore the need to have a comparative understanding of the economic return on production investment of this crop. The aim of this study therefore was to evaluate the economics of producing plantain under six weed management systems considering the bunch yield and other yield parameters of the crop.

Materials and methods

Study location

The studies were conducted at the Teaching and Research Farm of the Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka during the two cropping seasons of 2005 and 2006. Nsukka is located on latitude 06°52'N, longitude 07°24'E and at an altitude of 447.2 m above sea level. Rainfalls over the years have been bi-modal with peaks around July and September and spans from April to November (15). The field had been fallowed for three years before the commencement of the study. The vegetation is mainly derived savanna with some relics of rainforest distributed in patches (12). Predominant weed species in the area include *Panicum maximum* Jacq., *Aspilia africana* (Pers.), *Cyperus* sp. (Sedges), *Anthephora ampullacea* (Stapf & C.E. Hubbard), *Brachiaria lata* (Schumach) C.E. Hubbard, *Chromolaena odorata* (L.) and *Digitaria horizontalis* (Willd). The soil is a reddish sandy loam Oxisol of Nkpologu series (12).

Soil analysis

Soil samples were randomly collected from 10 sites (0-20 cm depth) over the entire experimental field using an auger before the commencement of the experiment. The samples were later mixed thoroughly and bulked for chemical analyses. The result of the physical and chemical analysis of the soil is shown in table 1.

Experimental materials

Plantain early sword suckers (cv. "Agbagba" a False Horn variety) were obtained from a healthy vigorously growing 4-year old plantain plantation at Ajassor in Cross River State of Nigeria. Suckers were cut back to 30 cm and the corms parred with a matchet. Fully composted poultry manure was obtained from

Table 1
Physico-chemical properties of the experiment site before commencement of the study

Soil property	Value
Mechanical analysis	
Clay (%)	29.6
Silt (%)	7.6
Fine Sand (%)	25.8
Coarse Sand (%)	37.2
Textural class	Sandy clay loam
pH (H ₂ O)	5.1
pH (KCl)	4.2
Carbon (%)	0.99
Organic Matter (%)	1.72
Exchangeable bases (meq/100g soil)	
Na	0.120
K	0.196
Ca	1.2
Mg	6.8
CEC	9.2
Available phosphorus	21.09

a commercial poultry farm. The sawdust used was collected from Nsukka timber shade. Glyphosate as Roundup[®] was supplied by “Candel Agrochemical” Company Ltd, Nigeria, an associate company of Monsanto Company, Belgium.

Field layout

A total land area of 50 m x 45 m (0.225 ha) was used for this study. The area was ploughed, harrowed and marked out into six plots; each replicated four times. The experimental layout was a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Each plot representing a experimental unit had a dimension of 10 m x 7.5 m. The distance between two plots was 0.6 m and between two blocks was 1 m.

Suckers were planted at a spacing of 2.0 m x 2.5 m giving a total plant population of 15 suckers per plot, 360 suckers for the 24 plots and an extrapolated plant population of 2,000 suckers per hectare. Fully composted poultry manure mixed with Isozophos (nematicide) at the rate of 2.5 g per plant was applied to each stand 4 weeks after planting (WAP). Compound fertilizer NPK (20:10:10) was later applied 4 weeks after treatment application as a side dressing (13).

Application of treatments

Treatment comprised a weed-free (control) by hoeing, slashing at eight-weekly intervals using machete, mulching with sawdust alone, mulching with sawdust + glyphosate, glyphosate + slashing and glyphosate application alone. Sawdust was applied at 75 cm radius and 5 cm thickness round each stand at the rate of 15 kg per stand. Glyphosate, as Roundup[®] N-(phosphonemethyl) glycine, a broad-spectrum, systemic foliar herbicide was applied at the rate of 2.16 kg.ha⁻¹, using a CP-15 manual knapsack sprayer fitted with a shield to avoid contact. The first application started with 3 months old young plant foliage.

Data collection

Data were collected on days and months to first flowering, number of hands per plantain bunch, number of marketable fingers per bunch representing fingers that were fully formed at the time of harvesting, number of unfilled fingers, bunch fresh weight in kg/plant and t/ha. Data were also collected on the estimated cost of acquiring the piece of land for the project. Other variable costs recorded included cost of soil analysis, cost of land preparation (ploughing and harrowing), cost of digging planting holes, purchase of seeds at \$ 0.69 each, purchase of manure and fertilizer, transportation of suckers, manure, fertilizer, hoeing, slashing and sawdust. Records were also taken on cost of applying sawdust and glyphosate. Considering the minimal cost of spraying equipment, hoes, machetes and other equipment used in this study and their relatively long life span, their

depreciation costs were omitted in the cost item listed in this study.

Revenue accruing from the bunch yield sales was recorded using the prevailing bunch price of \$ 0.92 per bunch in the open market. Both the benefit-cost ratio and the gross margin (%) were also calculated and recorded. The benefit-cost ratio was computed as: Revenue realized/Total cost, while the gross margin was calculated as

$$\frac{\text{Total Revenue} - \text{Total Cost}}{\text{Total Revenue}} \text{ expressed in per cent.}$$

Statistical analyses

The data on yield and yield components were subjected to analyses of variance (ANOVA) according to the procedure outlined for randomized complete block design (RCBD) using GENSTAT 7.3 edition (2003). Detection of differences among treatment means for significance were done using Fisher's Least Significant difference (F-LSD) at 5% probability level as described by Obi (14).

Results

The different weed management techniques significantly ($P < 0.05$) affected the yield and yield components of plantain in the field (Table 2). Plots where mulching + glyphosate was applied significantly ($P < 0.05$) flowered earlier (334 days) than plots where slashing at 8-weekly interval was applied (457 days). Slashing at 8-weekly interval significantly ($P < 0.05$) prolonged flowering more than other treatments.

The number of plantain hands per bunch (4.7), number of marketable fingers per bunch (18.6), length of longest finger (24.2 cm), circumference of largest fingers (15.5 cm), number of unfilled fingers (20.4) and bunch weight (6.1 kg/plant) were significantly ($P < 0.05$) higher in plots that received glyphosate + mulching treatment than those that were slashed at 8-weekly intervals, which produced the least number of hands per bunch (2.2), number of marketable fingers per bunch (6.8), length of longest fingers (12.1 cm), circumference of largest fingers (8.1cm), number of unfilled fingers (10.2), bunch weight per plant (1.7 kg) and yield per hectare per year (1.6 t). This resulted in 27.4%, 31.3%, 25.6%, 18.9%, 31.7%, 0.39%, and 116% increase in these bunch traits over those of slashing at 8-weekly interval. Other weed management techniques produced yields and yield components that was significantly higher ($P < 0.05$) than slashing at 8-weekly intervals but significantly ($P < 0.05$) lower than mulching + glyphosate treatment.

Both the fixed and variable cost items involved in the production process are shown in table 3.

The result shows that the cost of items like land acquisition, soil analysis, land preparation, digging of planting holes, purchase of seeds, transportations

Table 2
The effects of six weed management techniques on period to flowering, yield and yield components of plantain

Weed management technique	NDTF	NHPB	NMFPB	LOLF (cm)	COLF (cm)	NOUF	Bunch weight (kg/plant)	Yield (t/ha/year)
Weed-free (by hoeing)	401.5	3.4	12.8	18.0	12.6	13.9	3.7	5.5
Slashing 8-weekly	457.4	2.2	6.8	12.1	8.1	10.2	1.7	1.6
Mulching with sawdust	439.0	3.9	15.3	19.4	13.6	15.0	3.6	5.3
Glyphosate + slashing	416.7	3.4	11.4	19.4	12.4	13.1	3.8	5.6
Mulching + Glyphosate	334.1	4.7	18.6	24.2	15.5	20.4	6.1	9.2
Glyphosate alone	374.8	3.0	10.4	18.1	11.5	12.5	2.3	3.5
F-LSD _(0.05)	50.0	0.7	2.5	2.4	1.0	1.7	1.1	1.6

NDTF: Number of days to flowering, NHPB: Number of hands per bunch, NMFPB: Number of marketable fingers per bunch, LOLF: Length of longest finger, COLF: Circumference of largest finger, and NOUF: Number of unfilled fingers.

Table 3
Fixed and variable cost items (\$) in plantain production as affected by six weed management techniques

Item/(ha)	Weed management technique					
	Weed-free (By Hoeing)	Slashing 8-weekly	Mulching with sawdust alone	Glyphosate + slashing	Mulching with sawdust + glyphosate	Glyphosate alone
Hoeing	919.5	-	-	-	-	-
Slashing	-	3678.0	-	735.6	-	-
Sawdust (30,000 kg/ha)	-	-	206.9	-	206.9	-
Transportation of sawdust	-	-	69.0	-	69.0	-
Application of sawdust	-	-	46.0	-	46.0	-
Glyphosate (2.16 kg/ha)	-	-	-	41.4	41.4	41.4
Application of glyphosate	-	-	-	20.7	20.7	20.7
Total cost (\$)	919.5	3678.0	321.9	797.7	384.0	62.1

of suckers, manure and fertilizer, purchase and application of poultry manure were uniform in all the six management techniques.

Other cost items like hoeing, slashing, cost of sawdust and glyphosate, their placement and transportation, varied with the treatment. On the whole, the total cost incurred using glyphosate treatment alone was the least (\$ 62.1), followed by mulching with sawdust alone (\$ 321.8), mulching + glyphosate (\$ 383.9), glyphosate + slashing (\$ 797.7), weed free (\$ 919.5) and then slashing at 8-weekly interval (\$ 3678.0) incurring the highest total cost. This result further shows that mulching with sawdust alone, mulching + glyphosate, glyphosate + slashing, weed-free and slashing at 8-weekly interval increased total input cost by 80.7%, 83.8 %, 92.2%, 93.2% and 98.3% respectively over treatment with glyphosate alone.

Results of this study further show that the fruit yield (6.1 kg/plant or 9.2 t/ha/year) produced in plots treated with mulching + glyphosate was appreciably higher than those produced in the other treatments (Table 2). Plots that received slashing at 8-weekly intervals produced the poorest fruit yield (1.7 kg per plant or 1.6 t/ha/year) compared to other treatments. The corresponding yield reduction of these treatments over mulching + glyphosate treated plots in terms of

bunch yield was 38.0% for glyphosate + slashing, 39.3% for weed free, 41.3% for mulching with sawdust, 61.8% for glyphosate alone, and 82.3% for slashing at 8-weekly interval. At a prevailing market price of \$ 0.92 per kg bunch, the total economic revenue realized by the production processes shows that plants that received mulching with sawdust + glyphosate produced the highest economic revenue of \$ 1112.2. This revenue was over 456% higher than the total revenue accruing from slashing at 8-weekly interval, 160% by glyphosate alone, 70% by mulching with sawdust alone, 60% by weed-free and 60% by glyphosate + slashing. Similarly, treatment with mulching + glyphosate produced the highest benefit-cost ratio of 3.9. This ratio was followed by mulching with sawdust (2.3), glyphosate + slashing (2.1), weed-free (2.0), glyphosate alone (1.6) and slashing (0.03) in that order. Also, the gross marginal return on crops that received mulching + glyphosate of 74.2% was higher than other crops of other treatments. Plots where weeds were slashed at 8-weekly intervals produced the least gross marginal returns (-213.5%), which was lower than those produced from glyphosate alone (38.6%), weed-free (49.5%), glyphosate + slashing (52.3%), mulching with sawdust (56.9%) and mulching + glyphosate (74.2%) (Table 4).

Table 4
Gross revenue, benefit/cost and gross margin in plantain production as affected by six weed management techniques

Weed Management Technique	Gross Revenue (\$)	Benefit Cost Ratio ⁽¹⁾	Gross Margin ⁽²⁾ (%)
Weed-free (by hoeing)	6749.3	2.0	49.5
Slashing 8-weekly	1967.8	0.03	-213.5
Mulching with sawdust	6528.6	2.3	56.9
Glyphosate + slashing	6896.4	2.1	52.3
Mulching with sawdust + glyphosate	11126.2	3.9	74.2
Glyphosate alone	4234.4	1.6	38.6

$$(1) \text{ Benefit/Cost Ratio} = \frac{\text{Revenue Realized}}{\text{Total Cost}}$$

$$(3) \text{ Cost of a 6 kg plantain bunch} = \$ 5.52$$

$$(2) \text{ Gross Margin (\%)} = \frac{\text{Total Revenue} - \text{Total Cost}}{\text{Total Revenue}}$$

$$(4) \text{ Unit Cost of plantain per kg} = \$ 0.92$$

Discussion

Weed suppression in plantain plots using mulching with sawdust + glyphosate considerably reduced crop maturity period and enhanced bunch yield and other yield components assessed. This treatment increased bunch yield by about 100% over glyphosate + slashing or mulching with sawdust alone and by about 200% over glyphosate treatment alone. Combination of mulching + glyphosate therefore conclusively produced an additive bunch yield effect than when either mulching or glyphosate was applied alone. This effect was also found to be greater than where hoeing was done. Studies by Obiefuna (16) and Swennen and Wilson (20) showed that mulching gave higher and more sustained yield in field-grown plantain than did unmulched controls. According to Bhattacharayya and Madhava Rao (4) soil covers are beneficial to the plantation crops such as plantain because of their capacity to conserve moisture and make the moisture available over a longer period. IITA (10) reported a yield increase of about 400% of a mulched plantain plot over that of unmulched fertilized plot (22.8 t/ha vs 4.8 t/ha) at the end of the fourth year. In most instances, the yield responses of crops of glyphosate appeared to be inconsistent. While Thomas *et al.* (22) observed no influence of glyphosate on glyphosate-resistant maize, many other workers like Endfield *et al.* (7), Gilreath *et al.* (9), Yamashita and Guimaraes (24, 25), and Zablutowicz *et al.* (26) reported a yield reduction with glyphosate treatment. On the other hand, Clayton *et al.* (5) reported a yield increase of Canola (*Brassica napus*) with glyphosate application. They however explained that a yield response of the crop to glyphosate application was a function of the crop growth stage in relation to the stage of weed emergence. They were able to achieve the highest Canola yield in one location when glyphosate was applied early to the crop, but in another location (Lacombe and Edmonton), the yield benefit was achieved at late crop growth stages. They however concluded that the yield benefit likely resulted from the control of late-emerging weeds that exerted competitive pressure on Canola. The yield benefit

recorded in this study by glyphosate application alone or over weed-free (control) may therefore likely be due to the suppression of the weeds that could have exerted competitive pressure to the crop at the early stages of the crop growth. This competitive advantage to the crop through weed suppression by glyphosate and the favorable beneficial effect created by mulching probably resulted in the additive mulching + glyphosate effect obtained in this study. The best performances recorded in the mulching with sawdust alone and mulching + glyphosate plots agree with an earlier report of Baiyeri *et al.* (3) which showed that the use of Siam weed (*Chromolaena odorata*) mulch enhanced more vigorous plant growth and induced more sucker production. The significantly better fruit yield of plantain in the mulching + glyphosate treated plots could be attributed to the effective weed control, increased moisture holding capacity of the soil and enhanced water use efficiency of the plantain created by the weed management system. This result is in agreement with De *et al.* (6) who reported decreased soil moisture depletion and thus increased yield of grain sorghum. This result also agrees with Obiefuna (17) and Wilson (23) who reported heaviest bunches with the highest number of hands and marketable fingers with sawdust mulch.

From the result of this experiment, it is evident that plots subjected to slashing at 8-weekly interval weed management option performed poorest in terms of both plant growth and bunch yield when compared to the other weed management practices. This poor performance might probably be attributed to the increased root density of the slashed weeds which subsequently reduced water infiltration thereby affecting the circulation of air and mineral nutrients in the soil. Besides, it could probably be due to competition for water and nutrients before the weeds were slashed. Management practices also revealed that the highest benefit-cost ratio of 3.9 was recorded for yields from the mulching + glyphosate treated plots. This implies that for every one dollar used in the production of plantain using mulching + glyphosate

weed management option, there is a profit of \$ 3.9 on it. This treatment option also recorded the highest gross margin of 74% when compared to other weed

management techniques with slashing at 8-weekly interval still recording the least and negative gross marginal returns of -213.5%.

Literature

- Anderson P.W., 1996, Weed Science Principles and Applications. 3rd Edition. West Publishing Company. Minneapolis 1st Paul, New York. p. 685.
- Avarez De La Pana F.I., 1978, Herbicides in banana plantains. Proceedings of the Mediterranean Herbicide Symposium. Madrid, Spain. Vol. 2, 263-270.
- Baiyeri K.P., Tenkouano A., Mba B.N. & Mbagwu J.S.K., 2004, Phenological and yield evaluation of *Musa* genotypes under alley and sole cropping systems in Southeastern Nigeria. Tropical and Subtropical Agroecosystem, 4, 3, 137-144.
- Bhattachrayga R.K. & Madhava Rao V.N., 1985, Water requirement, crop coefficient and water-use efficiency of Robusta bananas under different soil covers and soil moisture regimes. Scientia Horticulturae, 25, 263-269.
- Clayton G.W., Harker K.N., O' Donovan J.T., Baig M.N. & Kidnie M.J., 2002, Glyphosate timing and tillage system effects on glyphosate-resistance canola (*Brassica napus*). Weed Technology, 16, 1, 124-130.
- De R.G., Bheemiah K. & Yogesmara R., 1983, Effect of mulches and anti-transpirants on the grain yield of sorghum. Journal of Agriculture Cambridge, 100, 159-62.
- Endfield M.W., Brecke B.J., Colvin D.L., Dusky J.A. & Shilling D.G., 2005, Effect of glyphosate and MSMA application timing on weed control, fruiting patterns and yield in glyphosate resistant cotton. Weed Technology, 19, 2, 224-230.
- FAOSTAT, 2010, Food and Agricultural Organisation of the United Nations.
- Gilreath J.P., Chase C.A. & Locascio S.J., 2000, Phytotoxic effect of glyphosate on pepper (*Capsicum annuum*). Weed Technology, 14, 3, 448-494.
- IITA, 1981, International Institute of Tropical Agriculture. Annual Report for 1980. Ibadan Nigeria. pp. 44-48.
- INIBAP, 1992, International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Annual Report. 1992. Montpellier. France.
- Jungerius P.D., 1964, The soils of eastern Nigeria. Publication Service Géologique de Luxembourg, 14, 185-196.
- Ndubizu T.O., 1981, Effect of split fertilizer application on growth and yield of false horn plantain (*Musa* spp.) in the rainforest belt of Nigeria. Der Tropenlandwirt, Zeitschrift für die Landwirtschaft in den Tropen und Subtropen, 82, 153-161.
- Obi I.U., 2002, Statistical methods of detecting differences between treatment means and research methodology issues in laboratory and field experiments. AP Express Publishers Ltd., Nsukka, Nigeria.
- Obi M.E. & Salako F.K., 1995, Rainfall parameters influencing erosivity in Southeastern Nigeria. CATENA, 24, 275-328.
- Obiefuna J.C., 1986, The effect of sawdust mulch and increasing levels of nitrogen on the weed, growth and yield of false horn plantain (*Musa* spp AAB). Biological Agriculture and Horticulture, 3, 4, 353-359.
- Obiefuna J.C., 1988, The effect of different plant mulch materials on soil temperature, late season orchard establishment and yield of plantain (*Musa* AAB). Nigerian Agricultural Journal, 23, 1, 79-89.
- Obiefuna J.C., 1989, Biological weed control in plantains (*Musa* AAB) with Egusi-melon (*Colocynthis citrullus*). Biological Agriculture and Horticulture, 6, 221-227.
- Robinson J.C., 1996, Bananas and plantains. CAB International, UK. p. 238.
- Swennen R. & Wilson G.F., 1983, Response of plantain to mulch and fertilizer. Int. Inst. Trop. Agric. Annual Rep. IITA Ibadan, Nigeria p.187.
- Swennen R., 1990, Plantain cultivation under West African conditions. A Reference Manual IITA Ibadan, Nigeria, pp.1-18.
- Thomas W.E., Burke I.C. & Wilout J.W., 2004, Weed management in glyphosate-resistant maize with glyphosate and halosulfuron. Weed Technology, 18, 4, 1049-1057.
- Wilson G.F., 1987, Stems of banana and plantains in West Africa. In: Persely G.J. and De Langhe E.A. (eds). Banana and plantain breeding strategies: proceedings of an international workshop. Cairns. Australia. 1986. ACIAR Proceedings. N° 21, 29-35.
- Yamashita O.M. & Guimaraës S.C., 2006a, Quality of cotton seeds from plants submitted to reduce rates of glyphosate. Planta Daninha, 24, 2, 353-358.
- Yamashita O.M. & Guimaraës S.C., 2006b, Simulated growth of glyphosate in cotton: close effect, cultivation and development levels. Planta Daninha, 24, 4, 821-826.
- Zablotowicz R.M. & Reddy K.N., 2007, Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. Crop Protection, 26, 3, 370-376.

B.C. Echezona, Nigerian, Crop Protection Scientist, PhD, Senior Lecturer in the Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

P.K. Baiyeri, Nigerian, Horticulturist / Crop Physiologist, Professor, Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

F.D. Aindigh, Nigerian, Weed Scientist, PhD in view, Lecturer in the Department of Crop Production, Akperan Oshi College of Agriculture, Yandev, Benue State, Nigeria.

Impact of Poultry Manure on Growth Behaviour, Black Sigatoka Disease Response and Yield Attributes of Two Plantain (*Musa* spp. AAB) Genotypes

S.C. Aba^{*1}, P.K. Baiyeri¹ & A. Tenkouano²

Keywords: Biomass- Bunch yield- Farmyard manure- Plantains- Nigeria

Summary

Yield decline in plantain cultivation is a common occurrence after few production cycles due to low levels of soil organic matter and increased susceptibility to biotic stress. The use of improved varieties is a cheap and eco-friendly option to combat plant diseases; however, sustaining the yield of a new cultivar in the farmers' fields requires good soil fertility management which could be achieved through judicious use of poultry manure. The effects of three rates of decomposed poultry manure (0, 10 and 20 t.ha⁻¹) on growth, black Sigatoka disease response and yield attributes of 'PITA 24' (a plantain hybrid) and its maternal grandparent 'Mbi-Egome' (a landrace plantain) were evaluated at Onne (Nigeria), at the high rainfall station of the International Institute of Tropical Agriculture. The experiment was laid-out as a split plot in a randomized complete block design. Except for leaf area and chlorophyll content, results showed that both clones had similar growth variables. Notwithstanding the susceptibility of the hybrid genotype to the airborne fungal leaf spot sigatoka disease, data on the components of yield showed that 'PITA 24' produced significantly ($P < 0.05$) higher values for number of hands and fingers per bunch, bunch yield and total biological yield, however, both genotypes had similar biomass distribution pattern. Manured plants had a significant ($P < 0.05$) yield improvement over the control plants; but, there was a yield decline at 20 t.ha⁻¹ application rate. Increasing manure rates reduced days to harvest by over 30 days; similarly, plant stature, suckering, leaf chlorophyll content, index of non-spotted leaves, crop cycling and total biomass increased with increasing manure rate. It was apparent from our study that 10 t.ha⁻¹ of poultry manure per annum supported the best yield attributes.

Résumé

Action du fumier de volaille sur la croissance, et la résistance à la cercosporiose noire et le rendement pour deux génotypes de plantain (*Musa* spp. AAB)

La baisse de rendement en culture de plantain est un phénomène fréquent après quelques cycles de production; elle est due à de faibles niveaux de matière organique du sol et à une sensibilité accrue à des stress biotiques. L'utilisation de variétés améliorées est une option bon marché et respectueuse de l'environnement pour lutter contre les maladies des plantes, mais le maintien du rendement d'un nouveau cultivar en bananeraie nécessite une bonne gestion de la fertilité des sols qui pourrait être obtenue par une utilisation judicieuse de fumier de volaille. Les effets des trois doses [(0, 10 et 20) t.ha⁻¹] de fumier de volaille décomposé sur la croissance, la réponse à la cercosporiose noire et le rendement de PITA 24' (un hybride de plantain) et de son grand-parent maternel 'Mbi-Egome' (une banane plantain locale) ont été évalués à Onne (Nigeria) dans une station à fortes précipitations de l'IITA. L'expérience a été menée selon un dispositif split plot en blocs aléatoires complets. Les résultats ont montré que les deux clones étudiés avaient des variables de croissance similaires, sauf pour la surface foliaire et la teneur en chlorophylle. Malgré la sensibilité du génotype hybride à la cercosporiose foliaire d'origine atmosphérique, les données sur les composantes du rendement ont montré que 'PITA 24' produisait significativement plus de mains et de doigts par régime, un meilleur rendement du régime et un meilleur rendement végétatif global, toutefois, les deux génotypes ont présenté un schéma similaire pour la répartition de la biomasse. Les plants fumés ont eu un rendement significativement amélioré par rapport aux plants témoins, mais il y a eu un rendement moindre pour la dose de 20 t.ha⁻¹. L'augmentation des doses d'engrais a réduit de plus de 30 jours le temps de récolte; de même, la taille des plants, le drageonnage, la teneur en chlorophylle des feuilles, l'indice des feuilles non contaminées, le cycle de production et la biomasse totale ont augmenté avec la dose de fumier appliquée. Notre étude a montré que l'application de 10 t.ha⁻¹ de fumier de volaille par hectare et par an permettait d'obtenir les meilleures caractéristiques de rendement.

¹Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

²Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)-The World Vegetable Center. Regional Center for Africa (RCA), P. O. Box 10, Duluti, Arusha, Tanzania.

*Corresponding author: chinekenwa@yahoo.com, Tel: +234-8033067840

Received on 19.08.10 and accepted for publication on 22.11.10.

Introduction

Bananas and plantains (*Musa* species L.) are important staple food crops and sources of rural income in most part of sub-Saharan Africa, particularly for the smallholders who grow them in compound gardens (12). Besides the production in heavily manured compound farms, *Musa* crops are produced in small fields under shifting cultivation and bush fallow, with yields declining rapidly after few production cycles (28).

This yield decline syndrome observed after one or two years of cropping, has been implicated as a major obstacle to plantain cultivation in West and Central Africa, and has been blamed to low levels of soil organic matter and the increased susceptibility of traditional cultivars to several pests and diseases (11), particularly the black Sigatoka (caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

'PITA 24', a secondary triploid plantain-derived hybrid, is among the genotypes recently selected by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) for its biotic stress tolerance and good horticultural traits. Besides disease tolerance and high yield, earliness and fast cycling, increased concentrations of provitamin A (β -carotene), iron and zinc are the attractive features of 'PITA 24' hybrid. The use of resistant/tolerant cultivars is considered the most appropriate component in efforts to control crop diseases as improved varieties could be readily adopted by farmers (27). However, sustaining the yield of a new cultivar in the farmers' fields requires appropriate crop management practices, especially soil fertility management. In the tropics, rapid population growth and continued land degradation pose major challenges to soil fertility management. Thus, external nutrient inputs are essential to improve and sustain yields on these soils.

For optimum growth and fruit yield, bananas require high amounts of nutrients which are often supplied only in part by the soil (24). Consequently, several inorganic fertilizer combinations have been recommended for optimum yield of plantains, but inorganic fertilizers are too expensive for the subsistence farmers and often scarce. Soil acidification and compaction with the consequent yield decline after a few years of continuous use have been reported as detrimental effects of mineral fertilizers on the strongly-weathered, poorly-buffered soils of the tropics (16). There is also a low efficiency as a result of losses through volatilization and leaching.

Plantains respond positively to large amounts of mulch and organic matter. The high productivity of plantains under a smallholder compound production system has always been attributed to continuous heavy applications of organic matter in the form of compound sweepings, livestock and kitchen wastes including miscellaneous waste water and wood ash

thrown around the cultivation (24). Animal manure is a valuable source of crop nutrients and organic matter, which can improve soil biophysical conditions thereby making the soil more productive and sustainable (18). Organic fertilizers are very bulky, yet they manifest many important characteristics. They improve soil moisture and nutrient retention, stimulate root development, control weeds and soil erosion, minimize soil temperature fluctuation, improve soil porosity and enhance biological activities.

Earlier study on *Musa* performance evaluation suggested differential varietal behavior under contrasting cropping systems and soil fertility status (7). The hypothesis thereof was that high yielding hybrids would have a higher nutrient demand. This hypothesis was proven correct by Baiyeri and Ortese (8), but the clones evaluated were not genetically related. In the present study, we compared growth and yield responses of a plantain hybrid ('PITA 24') and its maternal grandparent landrace ('Mbi-Egome') to varying rates of poultry manure application.

Material and methods

Experimental site

The experiment was conducted at the High Rainfall Station of the International Institute of Tropical Agriculture, Onne (4° 43'N, 7° 01'E, 10 m a.s.l.), Rivers state, Nigeria between November 2006 and April 2008. The station is located in a degraded rainforest swamp area, characterized by an ultisol derived from coastal sediments, and an annual unimodal rainfall of 2400 mm. Average daily temperature of about 27 °C and solar radiation averaging 14 MJM⁻² prevail. The experimental site was characterized as sandy loam (68% sand, 7% silt and 25% clay), and strongly acidic with moderate fertility (Table 1). The NPK and organic matter contents were considered moderate.

Design of experiment

The experiment was laid-out as a split-plot in a randomized complete block design (RCBD). Treatments comprised of three rates of poultry manure (0, 10 and 20 t/ha/yr), and two plantain genotypes- 'PITA 24' hybrid, and a landrace, 'Mbi Egome'. 'Mbi-Egome' is the "grandmother" of 'PITA 24'. Each treatment combination (i.e., subplot treatment) was replicated four times on a three-row plot of five plants per row, thus a total of 60 plants per treatment combination were used in the study.

Treatment application

Micro-propagated suckers were spaced 3 m x 2 m in planting holes measuring 0.4 x 0.4 x 0.4 m in dimensions. Poultry manure was split-applied as half the calculated dose during planting and the complement at the onset of the reproductive phase (six

Table 1
Chemical properties of the experimental site (High Rainfall Station, IITA, Nigeria) and poultry manure sample utilized for studying some attributes of two plantain (*Musa* spp. AAB) genotypes

Substrate	pH (in water)	Organic carbon	Organic matter	Total nitrogen	Total phosphorus	Zinc	Iron	Copper	Manganese
Top soil (0-15 cm)	4.5	1.72	2.97	0.17	0.01	6.15	298	1.65	43
Sub-soil (15-30 cm)	5.5	1.28	2.21	0.13	0.01	10.72	266	0.85	34
Poultry manure	6.5	35.40	61.02	1.56	1.40	11.36	313.2	-	-
	Exchangeable cations (cmol ⁺ .kg ⁻¹)								
	Potassium	Calcium	Magnesium	Sodium	Acidity	ECEC			
Top soil (0-15 cm)	0.34	5.14	0.34	0.43	0.17	6.42			
Sub-soil (15-30 cm)	0.30	3.72	0.26	0.43	0.42	5.53			

months after planting). The poultry manure samples were obtained from a deep litter range previously left in piles for approximately six weeks for decomposition. Each plant received 15 g of Furadan 5G to control plantain weevil (*Cosmopolites sordidus* Germar) and nematodes. A follower-sucker was selected after flowering (shooting) and de-suckering (i.e., pruning of side shoots) was repeated routinely every 4-6 weeks. Weeds were controlled using a systemic herbicide 'Round-up' and bearing plants were propped against wind damage.

Data collection and analysis

Phenological, plant growth and leaf streak disease (black sigatoka) response traits were studied at flowering, while the yield parameters were studied at harvest. Phenological, disease response and plant growth parameters studied included number of days from planting to flowering, days to harvest at full bunch maturity as signalled by the yellowing of one or two finger tips, plant height (cm) determined as the distance from the ground level to the junction of the last two fully unfurled leaves, number of live leaves, leaf area (m²) of the topmost three (most exposed) leaves following Obiefuna and Ndubizu (20), pseudostem girth (cm) taken at 1 m above ground level, number of suckers per stool recorded at the onset of flowering (i.e., 6 months after planting), height of the tallest sucker (cm) at the time of harvest of the mother plant. Cycling index (%) was determined at harvest as the ratio of the sucker (ratoon) height to plant crop height multiplied by 100. This ratio is an indication of the interval between two consecutive harvests. Response to black Sigatoka disease was assessed using the youngest leaf spotted criterion (26).

A non-destructive estimation of shoot nitrogen through

an electronic quantitative measure of leaf chlorophyll was also done at six months after planting (onset of flowering) using a hand-held SPAD-502 CHLOROPHYLL METER. Readings were taken at six points across the widest width of leaves - 3, -6 and -9 (fully unfurled leaves from the pseudostem apex) on the right flank of the leaf lamina. The mean value for an individual leaf was recorded as the corresponding SPAD value. SPAD-502 METER determines the relative amount of chlorophyll in leaves by measuring transmittances at red (650 nm, where absorption is high) and near-infrared (940 nm, where absorption is extremely low) wavelength regions (17). The light transmitted by the leaf is converted into electrical signals, and the ratio of the intensities of the transmitted light at the two wavelength regions corresponds to the SPAD reading. Leaf relative greenness (RG) was also calculated as a ratio of number of green leaves to the total number of live leaves on the plant, thus is a rough estimate of the whole-plant chlorophyll content and photosynthetic ability.

The yield parameters studied at harvest included bunch weight (kg) per plant, annual bunch yield per hectare (t.ha⁻¹.yr⁻¹), number of hands (nodal clusters) per bunch, total fruit count per bunch. Fresh weights of the live leaves and pseudostem were measured at harvest to determine the total above-ground biomass (t.ha⁻¹.yr⁻¹) and the biomass distribution pattern to the bunch, pseudostem and leaf components. Leaf retention index (%) was also calculated as the ratio of live leaves at harvest to that recorded at flowering multiplied by 100. The experimental site and poultry manure sample used were duly characterized following the analytical procedures described in AOAC (4). Data were subjected to analysis of variance following RCBD model using GENSTAT 5.0 Release 7.22 DE (3).

Results

At flowering, both clones maintained fairly similar vegetative growth variables (Table 2). Although not significant, 'PITA 24' had higher values for plant height and pseudostem girth, but maintained significantly ($P < 0.05$) larger leaf area and a taller follower sucker. The number of days from planting to flowering for both clones was also similar. 'PITA 24' significantly ($P < 0.05$) sustained a greener canopy as evident from the relative greenness and SPAD values. Photo-active leaf area was also significantly ($P < 0.05$) larger in 'PITA 24', but 'Mbi-Egome' had a higher value for number of live leaves as well as index of non-spotted leaves.

Manure significantly ($P < 0.05$) influenced most of the plant growth characteristics and Sigatoka disease response parameters studied (Table 2). Number of days from planting to flowering was reduced by over 30 days (in both clones) over the control (no manure) plants by increasing the manure rate from 10 to 20 tons per hectare. Plant stature (height, girth, leaf area), number of suckers per stool, as well as the height of tallest sucker were significantly ($P < 0.05$) improved in both clones with an increase in manure rate. Relative greenness and SPAD values also improved with manure application. In both clones, a significant ($P < 0.05$) difference between the 10- and 20 tons plants was observed in the number of days to flowering and height of tallest sucker per stool. Index of non-spotted leaves, which is an indication of Sigatoka disease resistance also improved with an increase in manure rate meaning that better plant nutrition improved the leaf spot disease resistance of the plants.

A significant ($P < 0.05$) clonal variability was observed in most of the yield and harvest parameters presented in table 3. Harvest was 6 days earlier in 'PITA 24'. This clone also maintained a faster cycling as indicated by the higher crop cycling index (CCI) value. Both genotypes retained about 1% of the entire leaves at the time of harvest. This poor leaf retention index may be attributed to high incidence of Sigatoka leaf spot disease in the study area, and/or the time of harvest which coincided with peak of the dry season. 'PITA 24' produced significantly ($P < 0.01$) higher agricultural (bunch) and biological (total biomass) yields, however both genotypes had similar economic yield (harvest index), hence partitioned similar proportions of the accumulated biomass to the bunch, pseudostem and leaf components. The number of hands (nodal clusters) and fingers per bunch were also significantly ($P < 0.01$) higher in 'PITA 24' hybrid.

Manure application significantly ($P < 0.05$) influenced most of the harvest parameters shown in table 3. In both clones, the number of days from planting to harvest was reduced by 25 to 45 days (over the control) by the application of 10 and 20 tons of poultry manure per hectare. Cycling index, an indication of the time lapse between two consecutive harvests improved

sequentially with increasing manure rate. Number of hands and fingers per bunch, bunch yield, total above-ground biomass, as well as, the accumulated vegetative mass all improved with manure application, but the harvest index value (i.e., proportion of the photo-assimilate partitioned to the bunch portion) declined significantly ($P < 0.05$) at 20 tons manure application rate. Bunch yield also declined at 20 tons rate particularly in 'PITA 24'. Leaf retention at harvest was not influenced by manure application. The 10 and 20 tons application produced similar effects in most cases, although individual-plant bunch weight and harvest index values (in both clones) were significantly ($P < 0.05$) higher in the former whereas harvest was earlier in the latter.

There was a significant ($P < 0.05$) clone-by-manure interaction in most of the yield and harvest traits studied (table 3). The sequential increase in cycling index observed with increasing manure rate was true for both clones, so were the number of hands and fingers per bunch, total biomass and the accumulated vegetative mass. The decline in bunch yield per plant and harvest index values observed at 20 tons application rate was significant ($P < 0.05$) only in 'PITA 24'. The annual bunch yield per hectare showed clearly that this yield decline was more pronounced in 'PITA 24' hybrid (table 3). In both clones, however, the highest values for bunch weight and harvest index were obtained at 10 tons application rate. This manure rate partitioned the least proportion of the accumulated biomass to the pseudostem, indicating a better efficiency in dry matter redistribution. The proportion of the photo-assimilate partitioned to the leaf component was similar for all the combinations.

Discussion

Plant stature (size) in *Musa* germplasm is often a function of the female parent, whereas the bunch and fruit characteristics depend on the resultant genome combination following hybridization (27). The non-significant growth difference between the two clones could be as a result of the maternal relationship that exists between the clones.

Variability in efficiency of resource conversion into dry matter has been observed in *Musa* species and may be related to differences in genomes (7). The higher bunch yield found in 'PITA 24' is, therefore, genetic and could be attributed to the larger photoactive leaf area and the higher leaf chlorophyll content (i.e., a stronger source) vis-à-vis a stronger competitive sink as seen in the greater fruit number per bunch. A significant correlation between the leaf chlorophyll and yield has been established in other species like rice (22), cotton (10) and strawberry (13). The size of source (essentially photosynthetic leaf area) has a direct relationship with the quantity of photo-assimilate produced. Whole-

Table 2
Effect of clone and varying manure rates on plantain growth and sigatoka disease response parameters studied at flowering

Clone	Poultry manure (t/ha)	DTF (days)	PHT (cm)	PG (cm)	NL (#)	LA (m ²)	INSL (%)	NS (#)	HTS (cm)	RG (%)	SPAD Reading			
											L3	L6	L9	Mean
PITA 24	0	320.6	324.8	55.5	8.8	4.1	57.9	3.0	61.3	86.2	55.0	54.9	37.1	49.0
	10	290.8	337.8	59.4	9.0	4.3	58.1	3.3	125.7	90.1	54.7	53.4	39.3	49.1
	20	280.2	345.9	60.0	9.1	4.5	61.1	5.2	188.9	95.5	53.2	56.6	51.7	53.8
Mean		297.2	336.1	58.3	9.0	4.3	59.0	3.8	125.3	90.6	54.3	55.0	42.7	50.7
Mbi-Egome	0	327.9	316.5	55.5	9.5	3.4	59.4	2.5	70.9	80.3	53.5	48.0	20.3	40.6
	10	289.8	333.2	58.4	9.7	4.1	63.4	5.3	94.3	90.7	53.1	55.9	45.5	51.5
	20	280.6	348.3	60.5	10.0	3.7	64.2	6.0	143.7	91.7	53.0	56.0	47.1	52.0
Mean		299.5	332.7	58.2	9.7	3.7	62.3	4.6	103.0	87.6	53.2	53.3	37.6	48.1
LSD _(0.05) comparing clones		ns	ns	ns	0.2	0.1	1.5	ns	17.4	2.9	1.0	ns	4.4	1.7
LSD _(0.05) Clone x Manure		9.3	10.6	1.7	0.3	0.2	2.6	1.8	30.2	5.7	ns	3.9	10.8	4.8

DTF= Number of days to flowering; PHT= Plant height; PG= Plant girth; NL= Number of live leaves; LA= Leaf area; INSL= Index of non-spotted leaves; NS= Number of suckers; HTS= Height of tallest sucker; RG= Relative greenness; SPAD= Electronic measure of leaf chlorophyll content; L= Leaf; #= Number; LSD_(0.05)= Least significant difference at 5% probability level; ns= Non-significant difference.

Table 3
Combined effects of clone and poultry manure on yield and harvest traits of plantain

Clone	Manure	DTH (days)	CCI (%)	LRI (%)	nHds (#)	nFgs (#)	Bwt (kg/plant)	YLD	Biomass distribution pattern [%]				
									AgBiom	Vegetative Mass	Bunch (Harvest Index)	Pseudostem	Leaf
PITA 24	0	416.0	19.0	1.5	10.4	173.3	16.5	24.2	98.4	74.2	23.8	76.1	0.1
	10	383.5	37.0	1.4	10.8	186.5	17.4	27.8	116.6	88.9	24.6	75.3	0.1
	20	371.1	54.4	1.3	11.0	186.0	15.3	25.2	113.6	88.3	22.2	77.7	0.1
	Mean	390.2	36.8	1.4	10.7	181.9	16.4	25.7	109.5	83.8	23.5	76.4	0.1
Mbi- Egome	0	416.3	22.2	0.7	6.7	79.4	11.3	16.7	74.7	58.0	22.4	77.5	0.1
	10	391.3	28.1	2.1	7.0	87.1	13.1	20.3	82.3	61.9	24.7	75.0	0.2
	20	380.9	41.3	0.5	7.2	91.0	12.9	20.7	90.3	69.6	22.9	77.0	0.1
	Mean	396.2	30.5	1.1	7.0	85.8	12.4	19.2	82.4	63.2	23.3	76.5	0.1
LSD _(0.05)	comparing clones	5.5	4.9	ns	0.1	2.5	0.6	1.2	3.1	4.2	ns	ns	ns
Clone x Manure		9.4	8.6	ns	0.3	7.0	1.1	2.0	6.5	5.3	1.6	1.5	ns

DTH= Number of days from planting to harvest; CCI= Crop cycling index; LRI= Leaf retention index; nHds= Number of hands (nodal clusters) per bunch; nFgs= Number of fingers per bunch; Bwt= Bunch weight per plant; YLD= Bunch yield per hectare per year; AgBiom= Total above-ground biomass; #= Number; LSD_(0.05)= Least significant difference at 5% probability level; ns= Non-significant difference.

plant biomass accumulation in *Musa* germplasm similarly has a direct effect on photo-assimilate partitioned to the storage organ (7). A high significant correlation between the bunch weight and number of fruits per bunch has been established (9); meaning that genotypes like 'PITA 24' that produce plenty of fruits are likely to produce heavy bunches.

Manure significantly ($P < 0.05$) influenced the general performance and productivity of the crops. The increased growth rate, earlier flowering, larger biomass, healthier canopy, earlier harvest and improved yield observed in this study as a result of manure application was made possible by nutrients released from the poultry manure. Similar response has been found in several other species including plantains (19), pearl millet (14), passion fruit (2), strawberry (21) and corn (23). Manure of animals and other origin is a slow-release fertilizer, and valuable source of crop nutrients and organic matter, which can improve soil biophysical conditions thereby making the soil more productive and sustainable for food production (18), thus a great proportion of plantain and banana crops benefits from the application of large doses of household refuse which is high in organic matter. In the present study, manure application also enhanced the sprouting of side shoots (suckers) in the field. Thus the use of organic substrates in nurseries for mass propagation of *Musa* germplasm is necessary (6) to enhance multiplication and subsequent plantlet growth.

The non-significant plant growth response between the 10- and 20 ton plants suggests that 10 t/ha of poultry manure may be regarded as the optimal annual dose for plantains in the study area considering the soil native fertility. This could be affirmed by the higher bunch yield and harvest index (economic harvest) values obtained at 10 tons application. A strong positive correlation exists between harvest index (HI) and crop yields (7). HI defined as the proportion of the total accumulated biomass partitioned to the harvestable product is an indication of a crop's physiological efficiency in assimilates partitioning.

The decline in bunch yield and harvest index values observed at 20 tons rate suggests that adequate quantities of nutrient elements were supplied by

the 10 tons application rate. A similar depression in yield and HI was observed in 'Agbagba' plantain on application of urea-N above 448 kg per hectare (5). Organic amendments such as poultry manure are often applied to supplement soil N. Application of N-fertilizer to crops promotes vegetative growth, in some cases to the disadvantage of the harvestable product (5). The significant improvement in bunch yield and HI values observed at 10 tons poultry manure application rate, suggests a greater efficiency in dry matter accumulation and redistribution. This manure rate allotted a greater portion of the accumulated biomass to the harvestable portion. The 20 tons plants produced a large biomass, but to the detriment of bunch yield.

The yield decline observed at the high manure rate in the present study could be related to soil reaction and the consequent nutrient solubilities or fixation and imbalances which can occur when large amounts of poultry manure or compost are used (15). Soil pH increases progressively with the application and subsequent decomposition of poultry manure (1). Very high pH values (7.5 - 8.5) will adversely affect the availability of phosphorus (18) and most cationic micronutrients which are more available at low soil pH. Tisdale and Nelson (25) also noted the accumulation of copper in the soil as one of the problems of excessive use of poultry manure.

Conclusion

It was apparent from this study that 10 t/ha of poultry manure per annum gave the best yield attributes in both clones, indicating a similar nutrient demand pattern. This rate is, therefore, recommended for plantain growers on the highly weathered oxisols of the humid tropics for improved harvest, soil fertility maintenance and yield sustainability, particularly when the enormous non-utilizable residues (accumulated vegetative mass) are retained on the field after bunch harvest. Notwithstanding the susceptibility of both genotypes to black sigatoka disease, the improved yield variables observed in 'PITA 24' suggests that it is somewhat tolerant to the virulent air-borne fungal leaf spot disease, and is therefore recommended for adoption.

Literature

1. Amanullah M.M., 2007, Nutrient release pattern during composting poultry manure, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, **3**, 4, 306-308.
2. Ani J.U. & Baiyeri K.P., 2008, Impact of poultry manure and harvest season on juice quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Deg.) in the sub-humid zone of Nigeria, *Fruits*, **63**, 239-247.
3. Anonymous, 2008, GENSTAT Release 7.22 DE, Discovery Edition 1, Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station Press, UK.
4. AOAC, 1990, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.), AOAC, Arlington, Virginia, USA.
5. Baiyeri K.P., 2002, Nitrogen fertilizer influenced harvest index of plantain (*Musa* AAB cv. Agbagba) in a subhumid zone of southeastern Nigeria, *Journal of sustainable Agriculture (USA)*, **20**, 1, 95-102.
6. Baiyeri K.P. & Aba S.C., 2007, A review on protocols for macropropagation in *Musa* species, *Fruits, Vegetables and Cereal Science and Biotechnology*, **1**, 2, 223-228.
7. Baiyeri K.P., Mbah B.N., Mbagwu J.S.C. & Tenkouano A., 2005, Comparative morphophysiological and yield characteristics of *Musa* genomes in Nigeria, *Bio-Research*, **3**, 1, 45-55.
8. Baiyeri K.P. & Ortese E., 2007, Variation in growth, dry matter production, nitrogen and potassium uptake by six *Musa* genotypes in a soilless culture, *Journal of Applied Horticulture*, **9**, 1, 84-88.
9. Baiyeri K.P. & Ortiz R., 1995, Path analysis of yield in dessert bananas,

- MusAfrica, 8, 3-5.
10. Boggs J.L., Tsegaye T.D., Coleman T.L., Reddy K.C. & Fahsi A., 2003, Relationship between hyperspectral reflectance, soil nitrate-nitrogen, cotton leaf chlorophyll and cotton yield: a step toward precision agriculture, *Journal of Sustainable Agriculture* **22**, 5-16.
 11. Braide J.O. & Wilson G.F., 1980, Plantain decline: a look at possible causes, *Paradisica* 4, 3-7.
 12. Chandler S., 1995, The nutritional value of banana, pp. 468-480, *in*: Gowen S. (editor), *Bananas and Plantains*, Chapman and Hall, London, UK.
 13. Guler S., Macit I., Koc A. & Ibrikli H., 2006, Monitoring nitrogen status of organically-grown strawberry cultivars by using chlorophyll meter reading, *Asian Journal of Plant Sciences*, 5, 753-757.
 14. Gupta J.P., Aggarwal R.K., Gupta G.N. & Kaul P., 1983, Effect of continuous application of farm yard manure and urea on soil properties and the production of pearl-millet in western Rajasthan, *Indian Journal of Agricultural Sciences*, **53**, 1, 53-56.
 15. Ijoyah M.O., 2007, Effects of different levels of decomposed poultry manure on yield of muskmelon at Anse Boileau, Seychelles, *African Journal of Biotechnology*, **6**, 16, 1882-1884.
 16. Kang B.T. & Balasubramanian V., 1990, Long-term fertilizer trials on alfisols in West Africa, *Transactions of XIV International Soil Science Congress* (vol. 4), International Soil Science Society, Kyoto, Japan.
 17. Minolta Camera Co. Ltd., 1989, *Manual for chlorophyll meter SPAD 502*, Minolta Radiometric Instrument Division, Osaka, Japan.
 18. Mugwira L.M., 1979, Residual effect of dairy cattle manure on millet and rye forage and soil properties, *Journal of Environmental Quality*, 2, 251-255.
 19. Obiefuna J.C., 1990, Effect of manures and composts on nematodes, borer weevils and yield of plantain, *J. Biological Agriculture and Horticulture*, 6, 277- 283.
 20. Obiefuna J.C. & Ndubizu T.O.C., 1979, Estimating leaf area of plantain, *Scientia Horticulturae* **11**, 31- 36.
 21. Preusch P.L., Takeda F. & Tworcoski T., 2004, N and P uptake by strawberry plants grown with composted poultry litter, *Scientia Horticulturae*, 102, 91-103.
 22. Ramesh K., Chandrasekaran B., Balasubramanian T. N., Bangarusamy U., Sivasamy R. & Sankaran N., 2002, Chlorophyll dynamics in rice (*Oryza sativa*) before and after flowering based on SPAD (chlorophyll) meter monitoring and its relation with grain yield, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188, 102-105.
 23. Sims J.T., 1987, Agronomic evaluation of poultry manure as a nitrogen source for conventional and no-tillage Corn, *Agronomy Journal*, 79, 563-570.
 24. Swennen R., 1990, *Plantain cultivation under West African conditions: a reference manual*, IITA, Ibadan, Nigeria, 24 p.
 25. Tisdale S.A. & Nelson W.L., 1975, *Soil fertility and fertilizers* (3rd ed.), Macmillan Publishing Co. Inc., N.Y., 695 p.
 26. Vakili N.G., 1968, Responses of *Musa acuminata* species and edible cultivars to infection by *Mycosphaerella musicola*, *Tropical Agriculture*, 45, 13-22.
 27. Vuylsteke D., Ortiz R. & Swennen R., 1993, Genetic improvement of plantains at IITA, pp 267-282, *in*: Ganry J. (Editor), *Breeding banana and plantain for resistance to diseases and pests*, CIRAD and INIBAP, Montpellier, France.
 28. Wilson G.F., Swennen R. & De Langhe E., 1987, Effects of mulch and fertilizer on yield and longevity of a medium and giant plantain and a banana cultivar, pp. 109-111, *in*: *Proceedings of the Third Meeting on International Cooperation for Effective Plantain and Banana Research held at Abidjan, Côte d'Ivoire, 27-31 May, 1985*. A co-publication of the International Association for Research on Plantain and Bananas (IARPB) and the International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Montpellier, France.

S.C. Aba, Nigerian, Graduate Assistant, Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria. Tel: +234-8033067840
Email: chinekenwa@yahoo.com

P.K. Baiyeri, Nigerian, PhD, Professor of Pomology, Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.

A. Tenkouano, Burkina Faso, PhD, International Institute of Tropical Agriculture, P.M.B. 5320, Ibadan, Oyo state, Nigeria. Current Address: Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC)-The World Vegetable Center. Regional Center for Africa (RCA), P. O. Box 10, Duluti, Arusha, Tanzania.

Analyse du rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge au Burundi

P. Hakizimana^{1,2*}, T. Masharabu^{1,2}, F. Bangirirama^{2,3}, Bernadette Habonimana¹ & J. Bogaert²

Keywords: Forest- Natural plant resources- Popular medicine- Burundi

Résumé

La présente étude avait pour objectif d'inventorier les ressources végétales prélevées par les populations riveraines dans les forêts de Kigwena et de Rumonge toutes les deux situées au Sud-Ouest du Burundi, relativement proches mais physionomiquement différentes. Quarante et une espèces de plantes médicinales; 33 et 25 espèces à usage matériel, 21 et 23 espèces comestibles; 14 et 19 espèces à usage énergétique ainsi que 5 et 12 espèces à usage culturel ont été respectivement recensées. Parmi les espèces récoltées; 42,7% et 55,4% respectivement servent à des usages multiples. Dans la forêt de Kigwena, les feuilles (28%) et les tiges (26,7%) sont les plus ciblées alors que dans la forêt de Rumonge les tiges (35,7%) sont les plus concernées. Des champignons comestibles, du miel et des termites sont également ramassés des deux forêts. Ces dernières jouent par conséquent un rôle important en offrant aux populations riveraines des possibilités de diversification de leurs revenus (divers produits commercialisés le long des routes ou dans les centres urbains), de leur alimentation et surtout de leur pharmacopée populaire.

Summary

Analysis of the Role of Plant Resources Harvested from Kigwena and Rumonge Forests, Burundi

The main objective of this study was to inventory the natural plant resources harvested by local populations in the forests of Kigwena and Rumonge, both located in South-Western Burundi, relatively closer, but physiologically different. Eighty and 41 species of medicinal plants, 33 and 25 species used for their materials, 21 and 23 edible species, 14 and 19 species for energy use, and 5 and 12 species for cultural use were respectively noticed. Among the collected species, 42.7% and 55.4% respectively served for multiple uses. In the forest of Kigwena, the leaves (26.7%) and stems (28%) were the most collected plant parts whereas in the forest of Rumonge the stems (35.7%) were the dominant category. Edible mushrooms, honey and termites are also collected in the two forests. Both forests play consequently a significant role by offering to the local populations the possibility to diversify their incomes (various products marketed along the roads and in the urban centres), their food, and, in particular, their popular medicine.

Introduction

Les forêts de Kigwena et de Rumonge sont localisées au Sud-Ouest du Burundi (Figure 1), dans une région de haute densité démographique, soit 313 habitants/km² (14, 18). Cette densité dépasse la moyenne de toute la partie occidentale du Burundi (2). La forêt de Kigwena est entourée des villages de Cabara, Gashasha et Karonda tandis que la forêt de Rumonge est entourée des villages de Buzimba, Muhanda, Mutambara, Mwagu et Nyabiraba. La proximité des deux forêts avec plusieurs villages accroît le risque de leur anthropisation à telle enseigne que leur diversité végétale ne cesse de s'éroder (18). Malgré que les forêts de Kigwena et de Rumonge aient été érigées en réserves naturelles forestières protégées depuis respectivement 1952 et 1972, leur superficie continue de décroître et ce à une allure inquiétante. A titre indicatif, la superficie de la forêt de Kigwena est actuellement estimée à 500 ha alors qu'elle était

d'environ 2.000 ha en 1950 (5). Les habitants des villages riverains des deux forêts ne peuvent pas s'empêcher de pénétrer dans les deux aires protégées pour prélever illicitement des ressources végétales naturelles variées qui leur permettent de compléter les produits d'agriculture, de pêche, d'élevage et d'artisanat (18).

En effet, l'homme entretient toujours des rapports qui varient énormément en fonction des usages des plantes qui l'entourent. Il peut s'agir des plantes médicinales, des plantes comestibles, des plantes à signification culturelle ou à usage artisanal, du bois de chauffe, du bois de charbon, du bois de construction, etc (1, 16). On observe aussi des phénomènes de défrichement, de dépassement des limites des deux forêts au profit de l'agriculture extensive et des feux de forêt surtout en saison sèche. Dans ces conditions, les effets de l'action anthropique sur les

¹Université du Burundi, B.P. 2700, Bujumbura, Burundi.

²Université Libre de Bruxelles, Service d'Ecologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, CP 169, B-1050 Bruxelles, Belgique.

³Ecole Normale Supérieure, B.P. 6983, Bujumbura, Burundi.

*Auteur pour correspondance: GSM : 0032 484079389 ou 00257 77 756864; hakizaedi@yahoo.fr ou pahakizi@ulb.ac.be

Reçu le 31.08.10 et accepté pour publication le 17.12.10.

forêts de Kigwena et de Rumonge se font sentir avec acuité et la biodiversité tant végétale qu'animale ne cesse de s'éroder (18). L'hypothèse centrale de cette étude est que les populations riveraines tirent des forêts de Kigwena et de Rumonge des ressources végétales variées en fonction de leurs usages. La vérification de cette hypothèse permettra d'identifier les diverses ressources naturelles prélevées dans les deux forêts. Pour les plantes, les organes visés par les prélèvements seront également précisés. Les usages réservés aux organes de plantes prélevés seront aussi décrits avec leur ampleur et leur fréquence dans chacune des deux forêts.

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse des données

La collecte des données s'est faite par la méthode des interviews semi-structurées qui avait déjà été utilisée dans d'autres études similaires (3, 8, 10, 11, 12). Pour la forêt de Kigwena, un échantillon non stratifié de 48 personnes adultes (36 hommes et 12 femmes de 20 ans et plus) des villages riverains (Cabara, Gashasha et Karonda) a été retenu. Pour la forêt de Rumonge, l'échantillon non stratifié comprenait 67 personnes adultes (42 hommes et 25 femmes) des villages de Buzimba, Muhanda, Mutambara, Mwagu et Nyabiraba. Cet échantillon comprend plus d'hommes que de femmes du fait qu'habituellement, ce sont ces dernières qui partent hors des villages pour des travaux champêtres.

Les interviews ont porté sur les noms vernaculaires des espèces récoltées dans les deux forêts, les organes visés et les usages réservés à chacune des espèces prélevées. Pour les plantes à usage médicinal, le mode de préparation et d'administration du médicament ainsi que les pathologies couramment observées dans les ménages ont également été notés. Les noms scientifiques des espèces citées ont été déterminés à l'aide des connaissances bibliographiques (4, 13, 21). Des informations sur d'autres types de ressources que les populations tirent des deux forêts ont également été recueillies. Nous avons évalué l'importance de prélèvement des organes de plantes et l'importance des usages dans les deux forêts ont été analysées au moyen de l'indice d'équitabilité de Piélou (R) (7, 9, 20). Le test χ^2 (22) a également été utilisé pour comparer l'importance des proportions des organes visés par les prélèvements pour chaque type d'usage, l'ampleur des prélèvements des différents organes de plantes et l'ordre d'importance des usages de ces organes prélevés dans les deux forêts. La valeur de R s'obtient par la formule suivante:

$$R = \frac{H}{H_{\max}}, \quad (1)$$

où H correspond à l'indice de diversité de Shannon-Weaver (diversité observée); H_{\max} correspond à la diversité maximale théorique calculée en supposant une équifréquence des traits identifiés.

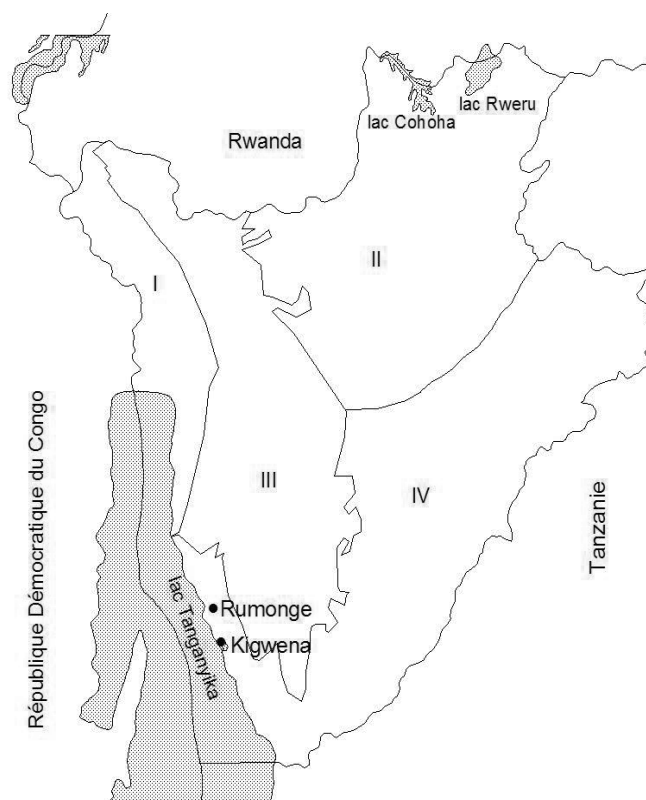


Figure 1: Localisation des sites des forêts de Kigwena et de Rumonge sur la carte des districts phytogéographiques du Burundi. I: District du graben occidental; II: District du Rwanda et du Burundi; III: District afromontagnard; IV: District du Mosso-Malagarazi (23).

Résultats

1. Rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge dans la pharmacopée populaire

Dans les forêts de Kigwena et de Rumonge, 80 et 41 espèces de plantes à usage médicinal ont été respectivement recensées (Annexe 1). Pour cet usage, les organes récoltés sont les feuilles (33,3% et 26,8% respectivement), l'écorce (25,7% et 31,7% respectivement), les racines (23,6% et 20,7% respectivement), les tiges (9,7% et 12,2% respectivement) et les fruits (7,7% et 8,6% respectivement). Dans la forêt de Kigwena, les feuilles sont les plus ciblées ($R= 0,30$) alors que dans la forêt de Rumonge ce sont les écorces qui sont les plus visées ($R= 0,27$). Cela est également confirmé par la non-conformité de la distribution des proportions à la distribution uniforme car pour les deux forêts $\chi^2= 34,7$ ($p < 0,001$). En outre, il n'y a pas de différence significative au niveau des cas de prélèvement des organes dans les deux forêts car $\chi^2= 1,9$ ($p > 0,05$). Le prélèvement de plusieurs organes à la fois sur la même espèce de plante est observé respectivement chez 55% et 63,4% des espèces.

Les modes de préparation des organes de plantes prélevés pour l'usage médicinal sont le froissement suivi du frottement, la décoction, l'extraction du jus

ou de la sève, l'infusion, la macération, la réduction en cendre ou en poudre et la vaporisation. Ainsi, l'administration du produit (médicament) obtenu se fait soit par voie corporelle, nasale ou orale, soit par scarification de la zone du corps à traiter notamment en cas de morsures de serpent.

A titre indicatif, les pathologies fréquentes dans la région et citées par les personnes interviewées sont entre autres: la bilharziose, les blessures, la bronchite, les catarrhes, les coliques, les complications hépatiques, la conjonctivite, la constipation, la diarrhée, les douleurs de la bouche et de la gorge, les douleurs dentaires, la dysenterie, la fièvre, la fracture, les furoncles, la gonorrhée, l'hémorragie, l'hyperménorrhée, la jaunisse, la lèpre, les maux de tête et de ventre, les maux des yeux, les migraines, les morsures de serpents, le paludisme, les parasitoses intestinales, la pneumonie, la syphilis, la toux, les troubles hépatobiliaires, les troubles urinaires et les ulcères.

2. Rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge dans la satisfaction des besoins en matériels divers

Trente-trois et 25 espèces de plantes cibles des prélèvements pour l'usage matériel ont été inventoriées respectivement dans les forêts de Kigwena et de Rumonge (Annexe 2). Les tiges sont les plus utilisées dans les proportions respectives de 70,5% et 83,4%. En effet, $R=0,18$ et pour les deux forêts, la distribution des proportions ne correspond pas à la distribution uniforme car $\chi^2=31,4$ et $\chi^2=34,2$ respectivement ($p<0,001$). Les feuilles (27,3% et 13,3% respectivement) ainsi que les fruits (2,3% et 3,3% respectivement) sont moins prélevés. Les résultats du test χ^2 montrent une différence significative entre les proportions d'utilisation des organes de plantes prélevées dans les deux forêts car $\chi^2=6,1$ ($p<0,05$). Pour cet usage, le prélèvement de plusieurs organes à la fois sur la même espèce est observé pour 33,3% des espèces concernées dans la forêt de Kigwena alors qu'il est de 20% dans la forêt de Rumonge. Les tiges procurent principalement du matériel pour la construction des maisons, l'aménagement des étables et des enclos, la fabrication des pirogues, des pagaies, des mortiers, des pilons, des manches de différents outils, des instruments de musique et des tambours. Les feuilles sont utilisées pour la toiture des maisons. Elles sont aussi utilisées comme fourrage et litière pour le bétail ainsi que dans la vannerie (fabrication des sièges ou des paniers). Le fruit de l'espèce *Erythrina abyssinica* contient des graines qui sont colorées en rouge-noir vif et qui servent dans la décoration des colliers et des bracelets chers.

3. Rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge dans la satisfaction des besoins alimentaires

Vingt et une contre 23 espèces de plantes comestibles ont été inventoriées respectivement dans les forêts de Kigwena et de Rumonge (Annexe 3). Dans 95,5% et 95,8% des cas, les prélèvements visent plus les fruits. En effet, $R=0,06$ et $R=0,05$ respectivement. De plus, pour les deux forêts, la distribution des proportions ne correspond pas à la distribution uniforme car $\chi^2=29,2$ et $\chi^2=20,2$ respectivement ($p<0,001$). La différence est significative entre les distributions des proportions dans les deux forêts car $\chi^2=8,7$ ($p<0,05$). Les feuilles sont également récoltées pour l'unique espèce *Solanum incanum* (4,5%) présente dans la forêt de Kigwena. Aussi, chez *Elaeis guineensis*, la fermentation de la sève provenant du stipe abattu et sectionné (4,2%) donne une boisson rafraîchissante très appréciée des populations locales. Il s'agit d'une espèce introduite, cultivée à grande échelle dans la région et qui reste représentée dans les deux forêts à certains endroits anciennement exploités par les populations avant l'expropriation. Les régimes de palmier à huile peuvent être traités par voie de distillation artisanale et consommés ou vendus par les ménages.

En plus des plantes sauvages comestibles, les champignons des genres *Afroboletus*, *Amanita*, *Cantherellus*, *Lactarius* et *Russula* sont également récoltés. Le genre *Termitomyces* inféodé aux nombreuses termitières est récolté à l'occasion des premières pluies surtout dans la forêt de Rumonge. Ces champignons peuvent être directement consommés dans les villages ou vendus le long des routes et dans les centres urbains. Les termites adultes ailés sont ramassés aux mois d'octobre et de novembre (arrivée des premières pluies) autour des termitières disséminées dans la forêt. Leurs larves quant à elles sont extraites des termitières en pleine saison sèche. Du miel est également produit par des abeilles sauvages sociales grâce à la présence de beaucoup d'espèces de plantes mellifères des genres *Brachystegia*, *Combretum*, *Lansea* et *Syzigium*.

4. Rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge dans la production d'énergie

Les prélèvements des plantes pour l'usage énergétique visent 14 espèces de la forêt de Kigwena et 19 espèces de la forêt de Rumonge (Annexe 4). Les organes les plus ciblés sont les tiges (81,3% et 90% respectivement). En effet, l'indice d'équitabilité équivaut à $R=0,17$ et à $R=0,04$ respectivement et la distribution des proportions ne correspond pas à la distribution uniforme car pour les deux forêts $\chi^2=6,3$ et $\chi^2=12,8$ respectivement ($p<0,05$ et $p<0,001$ respectivement). Les feuilles sont également récoltées mais dans 18,7% et 10% des cas seulement. La différence entre les proportions pour les deux forêts n'est pas significative car $\chi^2=3,1$ ($p>0,05$). Pour cet usage, plus d'un organe sont récoltés sur la même plante dans 14,3% des cas dans la forêt de Kigwena

contre 5,3% dans la forêt de Rumonge. Les tiges et les feuilles coupées ou ramassées sont utilisées dans la production de l'énergie de chauffage dans les ménages et dans les stations de distillation artisanale de l'huile de palme. Les abords des cours d'eau de la localité de Kigwena sont également des endroits favorables à la fabrication des briques cuites. Suite à cette activité, les tiges des arbres de la forêt de Kigwena sont coupées par les fabricants pour chauffer les fours à briques aménagés à proximité immédiate de cette forêt. En outre, les morceaux de tige des espèces d'arbres du genre *Brachystegia* abondantes dans la forêt de Rumonge donnent du charbon de très bonne qualité qui est commercialisé dans le centre urbain de Rumonge.

5. Rôle de la biodiversité végétale des forêts de Kigwena et de Rumonge dans les événements socio-culturels

Pour l'usage socio-culturel, cinq et 12 espèces de plantes ont été respectivement recensées dans les forêts de Kigwena et de Rumonge (Annexe 5). Les prélèvements visent plus les tiges (66,7% et 46,7% respectivement). Cela est confirmé par l'indice d'équitabilité qui équivaut respectivement à $R= 0,48$ et à $R= 0,39$. Cependant, pour la forêt de Kigwena, la distribution des proportions correspond à la distribution uniforme car $\chi^2= 3,0$ ($p > 0,05$) alors que pour la forêt de Rumonge les proportions diffèrent significativement de celles de la distribution uniforme car $\chi^2= 10,7$ ($p < 0,05$). Dans les deux forêts, les feuilles (16,7% et 33,2% respectivement) ainsi que les fruits (16,7% et 6,7% respectivement) sont également récoltés. Dans la forêt de Rumonge, l'écorce et les racines sont ciblées dans 6,7% des cas. Il y a aussi une différence significative entre les proportions dans les deux forêts car $\chi^2= 20,2$ ($p < 0,05$). Dans 20% contre 16,7% des espèces, plusieurs organes peuvent être récoltés sur la même plante dans la forêt de Kigwena et dans la forêt de Rumonge. A l'occasion des cérémonies de fêtes familiales ou de fêtes publiques, ces organes ou leurs produits dérivés sont

utilisés dans l'aménagement des voûtes et des arcs de triomphe à l'entrée des lieux de rassemblement. La tige de l'espèce *Cordia africana* est aussi utilisée pour la fabrication des tambours dont le vrombissement contribue à agrémenter les cérémonies culturelles. L'utilisation de ces produits peut aussi être liée aux croyances et à la superstition. Dans ce cas, les plantes utilisées sont considérées comme porte-bonheur ou porte-chance, plantes multiplicatrices des semences, plantes protectrices contre la foudre, contre les morsures de serpent, contre les voleurs ou contre les mauvais esprits.

6. Ampleur de prélèvement des organes de plantes dans les forêts de Kigwena et de Rumonge

Dans la forêt de Kigwena, les feuilles et les tiges sont les plus ciblées lors des prélèvements (28% et 26,7% respectivement) (Tableau 1). Cela est confirmé par l'indice d'équitabilité qui équivaut à $R= 0,29$ et par la non-conformité de la distribution des proportions à la distribution uniforme car $\chi^2= 21,2$ ($p < 0,001$). Dans la forêt de Rumonge, les tiges sont les plus visées lors des prélèvements (35,7%). En effet, l'indice d'équitabilité équivaut à $R= 0,30$ et la distribution des proportions ne correspond pas à la distribution uniforme car $\chi^2= 30,4$ ($p < 0,001$). De plus, il n'y a pas de différence significative entre les séries de proportions dans les deux forêts car $\chi^2= 4,1$ ($p > 0,05$).

7. Importance des usages des organes de plantes prélevées dans les forêts de Kigwena et de Rumonge

Pour les forêts de Kigwena et de Rumonge, l'usage médicinal est le plus fréquent (52,3% et 34,2% respectivement) (Tableau 2). En effet, l'indice d'équitabilité équivaut à $R= 0,25$ et à $R= 0,32$ respectivement et pour les deux forêts, la distribution des proportions ne correspond pas à la distribution uniforme car $\chi^2= 113,4$ et $\chi^2= 19,2$ respectivement ($p < 0,001$). De plus, on observe une différence significative entre les distributions des proportions dans les deux forêts étant donné que $\chi^2= 9,9$ ($p < 0,05$).

Tableau 1
Ampleur des prélèvements des organes de plantes dans les forêts de Kigwena et de Rumonge

Organe récolté	Kigwena		Rumonge	
	Fréquence	%	Fréquence	%
Feuille	65	28,0	33	19,3
Tige	62	26,7	61	35,7
Fruit	34	14,7	32	18,7
Ecorce	37	15,9	27	15,8
Racine	34	14,7	18	10,5
Total	232	100,0	171	100,0

Tableau 2
Importance des types d'usage des plantes prélevées dans les forêts de Kigwena et de Rumonge

Type d'usage	Kigwena		Rumonge	
	Fréquence	%	Fréquence	%
Usage médicinal	80	52,3	41	34,2
Usage matériel	33	21,6	25	20,8
Usage alimentaire	21	13,7	23	19,2
Usage énergétique	14	9,1	19	15,8
Usage culturel	5	3,3	12	10,0
TOTAL	153	100,00	120	100,0

Les plantes caractérisent beaucoup d'aspects de la culture, par exemple la langue, l'histoire, l'art, la religion, la médecine, la politique et la structure sociale (12). Les évaluations de la valeur économique de la biodiversité prennent en compte non seulement les services rendus mais aussi la valeur culturelle, éthique et sociale de la biodiversité (7).

Au niveau des forêts de Kigwena et de Rumonge, l'usage médicinal des ressources végétales vient en tête. Les résultats d'une étude récente réalisée au Burundi (6) montrent que cet usage occupe la deuxième position après le bois d'œuvre au niveau national. Trois espèces à usages variés (*Acacia sieberiana*, *Sesbanian sesban* et *Vernonia amygdalina*) prélevées dans la forêt de Kigwena figurent sur la liste des cinq plantes ligneuses autochtones prioritaires pour la revalorisation et la multiplication dans la partie occidentale du Burundi (6).

D'autre part, 11 espèces prélevées à des fins alimentaires dans la forêt de Rumonge se retrouvent sur la liste des plantes sauvages comestibles du Parc National de la Ruvubu (19): *Aframomum sanguineum*, *Anisophyllea boehmii*, *Annona senegalensis*, *Garnicia huillensis*, *Hymenocardia acida*, *Landorpha kirkii*, *Parinari curatellifolia*, *Strychnos spinosa*, *Vitex madiensis* et *V. doniana*.

Les fruits d'*Anisophyllea boehmii* en provenance des forêts claires sont les plus appréciés aussi bien à l'Est qu'au Sud-Ouest du Burundi (17). Fructifiant abondamment et régulièrement, *Anisophyllea boehmii* est fort apprécié en milieu rural de Lubumbashi et semble indiqué pour une arboriculture fruitière permettant une exploitation durable (15). D'une manière générale, les tiges sont parmi les organes les plus prélevées dans les forêts de Kigwena et de Rumonge alors que leur prélèvement n'est pas durable, ce qui rend plus vulnérables les espèces concernées. Dans le Burundi occidental, les feuilles représentent 74% des organes des plantes médicinales récoltées (4).

Ces résultats montrent l'ampleur des prélèvements qui menacent les tiges et les feuilles. Cela pourrait être expliqué en partie par leur accessibilité, leur disponibilité quasi permanente dans le temps et par la facilité de leur récolte. Cependant, la méthode utilisée dans cette étude (interview semi-structurée) n'a pas permis la mise en évidence des quantités de ressources végétales prélevées ainsi que la période de leur prélèvement. Ces aspects pourraient faire objet de recherches ultérieures.

Conclusions

Les forêts de Kigwena et de Rumonge renferment de nombreuses ressources forestières et non forestières utiles aux populations riveraines. Ces ressources offrent aux ménages des possibilités de diversification de leurs sources de revenus, d'alimentation, d'énergie, de matériaux divers et surtout de la pharmacopée populaire. Comme le montrent les tableaux en annexe, une même plante peut servir à plusieurs usages. Cela avait déjà été observé pour d'autres régions du Burundi et en Ouganda (6, 10, 12). Les feuilles et les tiges sont particulièrement visées dans la forêt de Kigwena alors que dans la forêt de Rumonge ce sont les tiges qui sont les plus ciblées. Pour diminuer cette pression anthropique exercée sur les deux forêts par le biais des prélèvements illicites des ressources, une étude socio-économique dans les villages limitrophes est nécessaire afin de prioriser les besoins et les pratiques qui portent préjudice aux deux forêts pour élaborer et multiplier des projets de développement communautaire.

Remerciements

Nous remercions la Coopération Universitaire pour le Développement (CUD), les Fondations De Meurs-

François et Van Buuren, le Gouvernement du Burundi, le Professeur J. Lejoly et les responsables de l'Institut

National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature (INECN) dans la région de Rumonge.

Références bibliographiques

- Aké-Assi E., Adou Yao C.Y., Ipou Ipou J., Neuba D.F., Aké-Assi L. & Traoré D., 2010, Représentations des plantes ornementales pour les populations d'Abidjan et San Pedro, en Côte d'Ivoire. In: X. van der Burgt, J. van der Maesen & J.-M. Onana (eds), Systématique et conservation des plantes africaines, pp. 289-296. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Bergen D.W., 1992, Contribution à la connaissance des régions naturelles du Burundi: données de superficie et de population par colline de recensement. ISABU, Bujumbura, 44 p.
- Betti J.L. & Van Essche K., 2001, Enquête sur la pharmacopée populaire et spécialisée dans la réserve de faune du Dja (Cameroun): premiers résultats sur les plantes utilisées pour traiter la fièvre ou le paludisme en pharmacopée populaire. Etnofarmacologia, 1, 46-62.
- Bigendako M.J., 1989, Recherches ethnopharmacognosiques sur les plantes utilisées en médecine traditionnelle au Burundi occidental. Thèse de doctorat; Université Libre de Bruxelles, 346 p.
- Bigendako M.J., 1997, Biodiversité, Patrimoine culturel et historique. Tourisme. FAO, Bujumbura, 167 p.
- Bigendako M.J., Gapusi J.R. & Masharabu T., 2009, Connaissances actuelles, expériences et potentialités des espèces ligneuses autochtones du Burundi. ACVE & EGP-IUCN Netherlands, Bujumbura, 157 p.
- Dajoz R., 2006, Précis d'écologie. 8^e édition, Dunod, Paris, 631 p.
- Gadgil M., Berkes F. & Folke C., 1993, Indigenous knowledge for Biodiversity Conservation. *Ambio*, 22, 2-3, 151-156.
- Gillet F., 2000, La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. 4^{ème} édition revue et corrigée. Documents du Laboratoire d'Ecologie Végétale 1, Université de Neuchâtel-Institut de Botanique, 68 p.
- Hakizimana P., Habonimana B. & Lejoly J., 2008, Inventaire floristique et étude ethnobotanique de la forêt de Mpotsa au Burundi. *Revue de l'Université du Burundi-Série Sciences exactes*, 24, 15-29.
- Hakizimana P., Bigendako M.J., Habonimana B., Lejoly J. & Bogaert J., 2010, Inventaire floristique et identification de quelques éléments d'un plan d'aménagement de la forêt ombrophile de Mpotsa au Burundi. In: Xander Van der Burgt, Jos van der Maesen & Jean-Michel Onana (Eds), Systématique et Conservation des Plantes Africaines, pp. 653-661. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Kakudidi E.K., 2004, Cultural and social uses of plants from and around Kibale National Park, Western Uganda. *African Journal of Ecology*, 42, (Suppl.1), 114-118.
- Lebrun J.P. & Stork A.L., 1991-1997, Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin Botanique de la ville de Genève, 4 volumes.
- Lewalle J., 1972, Les étages de végétation du Burundi occidental. *Bulletin du jardin Botanique National de Belgique*, 42, 1/2, 1-247.
- Malaisse F., 1997, Se nourrir en forêt claire africaine; approche écologique et nutritionnelle. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 384 p.
- Mutamba M., 2007, Farming or foraging? Rural livelihoods in Mafulira and Kabompo districts of Zambia. Center for International Forestry Research and Rhodes University, 20 p.
- Nzigidahera B., 1995, Les produits sauvages comestibles des forêts claires du Burundi. Projet APRN N°922201.9-01.100 APRN/GTZ-INECN, 99 p.
- Nzigidahera B., 2000, Analyse de la diversité biologique végétale nationale et identification des priorités pour sa conservation. Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature, 126 p.
- Nzigidahera B., 2008, S'alimenter en savanes de l'Est du Burundi: plantes comestibles du Parc National de la Ruvubu. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*, 5, 18-23.
- Piérou E.C., 1966, Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10, 370-383.
- Reekmans M. & Niyongere L., 1983, Lexique vernaculaire des plantes vasculaires du Burundi. Travaux de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi, 58 p.
- Scherrer B., 2007, Biostatistique. Volume 1, 2^{ème} édition, Gaëtan Morin (éditeur), Montréal, 816 p.
- White F., 1983, The vegetation map of Africa. A descriptive memoir, UNESCO, Natural Resources Research, 20, 1-356.

P. Hakizimana, Burundais, Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences de la vie, option Biologie végétale, Doctorant, Université Libre de Bruxelles.

T. Masharabu, Burundais, Diplôme d'Etudes Approfondies en Sciences de la vie, option Biologie végétale, Doctorant, Université Libre de Bruxelles.

F. Bangirina, Burundais, Docteur en Sciences, ENS Ecole Normale Supérieure.

Bernadette Habonimana, Burundaise, Docteur Ingénieur Agronome, Université du Burundi.

J. Bogaert, Belge, Professeur, Chargé de Cours, Université Libre de Bruxelles.

Annexe 1

Inventaire des espèces et des organes prélevés pour l'usage médicinal.

Ec: écorce; Fe: feuille; Fr: fruit; Ra: racine; Ti: tige; No: fréquence

Espèces	Organe récolté											
	Kigwena						Rumonge					
	Fe	Ec	Ra	Ti	Fr	No	Ec	Fe	Ra	Ti	Fr	No
<i>Acacia hockii</i>	+	+	-	-	-	2	+	+	-	-	-	2
<i>Acacia sieberana</i>	+	+	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Albizia adianthifolia</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Albizia grandibaracteata</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Albizia gummifera</i>	+	+	-	-	-	2	+	+	-	-	-	2
<i>Albizia vesicolor</i>	+	+	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Albizia zygia</i>	+	-	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Alchornea cordifolia</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Anisophyllea boehmii</i>	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-	-	1
<i>Anisophyllea pomifera</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Annona senegalensis</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	+	-	-	1

Annexe 1. Suite.

Espèces	Organe récolté											
	Kigwena						Rumonge					
	Fe	Ec	Ra	Ti	Fr	No	Ec	Fe	Ra	Ti	Fr	No
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	+	+	+	-	-	3	+	+	-	-	-	2
<i>Bersama abyssinica</i>	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Bidens pilosa</i>	-	-	-	-	-	0	-	+	-	+	-	2
<i>Brachystegia spiciformis</i>	-	+	+	-	-	2	+	-	+	-	-	2
<i>Bridelia bridelifolia</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Brillantaisia cicatricosa</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Canthium gueinzii</i>	+	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Cassia occidentalis</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Chlorophora excelsa</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Chrysophyllum gorungosanum</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	2
<i>Clerodendrum johnstonii</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Clerodendrum rotundifolium</i>	+	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Coffea arabica</i>	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	0
<i>Combretum molle</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	+	-	-	3
<i>Conyza mildbraedii</i>	+	+	+	+	+	5	-	-	-	-	-	0
<i>Cordia africana</i>	-	+	-	-	-	1	+	-	+	-	-	2
<i>Cordia ovalis</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Cussonia arborea</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Dalbergia lactea</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Dichrostachys cinerea</i>	+	-	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Disa robusta</i>	+	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	1
<i>Dracaena afromontana</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	-	1
<i>Dracaena steudneri</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Elaeis guineensis</i>	+	-	-	-	+	2	-	-	-	-	-	0
<i>Entada abyssinica</i>	+	+	+	-	+	4	-	-	-	-	-	0
<i>Erythrina abyssinica</i>	-	+	+	-	-	2	+	-	+	-	+	3
<i>Eucalyptus saligna</i>	+	+	+	-	-	3	-	+	-	-	-	1
<i>Euphorbia candelabrum</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	-	1
<i>Ficus ingens</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Ficus thonningii</i>	-	+	+	-	-	2	+	-	-	-	-	1
<i>Galiniera coffeoides</i>	+	+	-	-	-	2	+	+	-	-	-	2
<i>Garcinia huellensis</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	+	-	-	3
<i>Harungana madagascariensis</i>	+	+	+	+	+	5	+	+	+	+	+	5
<i>Helichrysum nitens</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Hymenocardia acida</i>	+	+	+	-	+	4	+	+	+	+	+	5
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Hypericum revolutum</i>	+	-	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Jaundea pinnata</i>	+	+	-	+	-	3	-	-	-	-	-	0
<i>Justicia heterocarpa</i>	+	+	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Justicia matammensis</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Lannea schimperi</i>	-	-	-	+	-	1	-	-	-	+	-	1
<i>Leucas martinicensis</i>	+	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Loudetia simplex</i>	+	-	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Macaranga spinosa</i>	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Maesa lanceolata</i>	-	+	+	-	+	3	-	-	-	-	-	0
<i>Maesopsis eminii</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Margaritaria discoidea</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	2
<i>Mezoneuron angolensis</i>	-	-	-	+	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Mimosa pigra</i>	-	-	+	-	-	1	+	+	+	-	-	3
<i>Mitragyna rubrostipulata</i>	+	+	+	-	-	3	-	-	-	-	-	0
<i>Mucuna pruriens</i>	-	-	-	+	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Myrianthus arboreus</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Myrianthus holstii</i>	-	+	-	-	-	1	+	+	-	-	-	2
<i>Neoboutonia macrocalyx</i>	+	+	+	-	-	3	-	-	-	-	-	0
<i>Ozoroa reticulata</i>	-	+	-	-	-	1	+	-	-	-	-	1
<i>Parinari curatellifolia</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	-	-	-	2
<i>Parinari excelsa</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Pavetta ternifolia</i>	-	-	-	+	-	1	-	-	-	+	-	1
<i>Phytolacca dodecandra</i>	+	-	-	+	+	3	-	-	-	-	-	0

Annexe 1. Suite.

Espèces	Organe récolté											
	Kigwena						Rumonge					
	Fe	Ec	Ra	Ti	Fr	No	Ec	Fe	Ra	Ti	Fr	No
<i>Piliostigma thonningii</i>	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-	-	1
<i>Piper capense</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Pseudospondias microcarpa</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	+	1
<i>Psidium guajava</i>	+	+	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Psorospermum febrifugum</i>	-	-	-	-	-	0	+	-	+	-	-	2
<i>Psychotria bugoyensis</i>	-	-	-	+	-	1	-	-	-	+	-	1
<i>Pycnanthus angolensis</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Rhus vulgaris</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	+	+	+	5
<i>Securidaca longipedunculata</i>	-	-	-	-	-	0	+	+	+	-	-	3
<i>Sericostachys tomentosa</i>	+	-	-	+	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Sesamum angolense</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Sesbania sesban</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Solanum incanum</i>	+	-	-	-	+	2	-	-	-	-	-	0
<i>Spathodea campanulata</i>	+	+	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Strychnos spinosa</i>	-	-	-	-	-	0	-	+	+	-	+	3
<i>Symphonia globulifera</i>	-	+	-	-	-	1	+	-	-	-	-	1
<i>Syzgium cordatum</i>	-	-	-	-	-	0	+	-	+	-	-	2
<i>Syzgium guineense</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Terminalia mollis</i>	-	+	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Tragia brevipes</i>	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Trema orientalis</i>	+	+	-	-	-	2	+	+	-	-	-	2
<i>Uapaca kirkiana</i>	-	-	-	-	-	0	-	-	+	-	-	1
<i>Uvaria angolensis</i>	+	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Vernonia amygdalina</i>	+	-	+	-	-	2	-	+	-	+	-	2
<i>Virectaria major</i>	+	-	+	-	-	2	-	+	+	-	-	2
<i>Vitex doniana</i>	-	-	+	-	+	2	-	-	+	-	+	2
<i>Vitex madiensis</i>	-	+	+	-	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Wahlenbergia pulchella</i>	+	+	+	+	+	5	-	-	-	-	-	0
80 espèces (Kigwena)	48 (33,3%)	37 (25,7%)	34 (23,6%)	14 (9,7%)	11 (7,7%)	144	26 (31,7%)	22 (26,8%)	17 (20,7%)	10 (12,2%)	7 (8,6%)	82
41 espèces (Rumonge)												

Annexe 2. Inventaire des espèces et des organes récoltés pour l'usage matériel.

Fe: feuille; Fr: fruit; Ti: tige; No: fréquence.

Espèce	Organe récolté							
	Kigwena				Rumonge			
	Ti	Fe	Fr	No	Ti	Fe	Fr	No
<i>Acacia hockii</i>	+	+	-	2	+	+	-	2
<i>Acacia sieberana</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Albizia adianthifolia</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Albizia grandibracteata</i>	+	-	-	1	+	-	-	1
<i>Albizia gummifera</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Albizia vesicolor</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Albizia zygia</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Anisophyllea boehmii</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Aristida adoensis</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Brachystegia bussei</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Brachystegia microphylla</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Brachystegia spiciformis</i>	+	-	-	1	+	-	-	1
<i>Brachystegia utilis</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Bridelia atroviridis</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Bridelia bridelifolia</i>	+	-	-	1	+	-	-	1
<i>Chlorophora excelsa</i>	+	-	-	1	-	-	-	0

Annexe 2. Suite.

Espèce	Organe récolté							
	Kigwena				Rumonge			
	Ti	Fe	Fr	No	Ti	Fe	Fr	No
<i>Combretum molle</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Cordia africana</i>	+	-	-	1	+	+	-	2
<i>Cordia ovalis</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Cyperus distans</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Dichrostachys cinerea</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Dracaena afromontana</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Dracaena steudneri</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Elaeis guineensis</i>	+	+	-	2	+	+	-	2
<i>Erythrina abyssinica</i>	-	-	+	1	+	-	+	2
<i>Eucalyptus saligna</i>	+	+	-	2	+	-	-	1
<i>Euphorbia tirucalli</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Faurea saligna</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Ficus exasperata</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Ficus ingens</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Ficus thonningii</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Hyparrhenia filipendula</i>	-	-	-	0	+	+	-	2
<i>Hypericum revolutum</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Landolphia kirkii</i>	+	-	-	1	+	-	-	1
<i>Lannea schimperi</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Loudetia simplex</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Maesopsis eminii</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Mitragyna rubrostipulata</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Ozoroa reticulata</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Pavetta ternifolia</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Phragmites mauritianus</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	+	-	2	-	-	-	0
<i>Stephania abyssinica</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Sterculia tragacantha</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Terminalia mollis</i>	+	-	-	1	-	-	-	0
<i>Trema orientalis</i>	-	-	-	0	+	-	-	1
<i>Vernonia amygdalina</i>	-	+	-	1	-	-	-	0
33 espèces (Kigwena)	31 (70,4%)	12 (27,3%)	1 (2,3%)	44	25 (83,4%)	4 (13,3%)	1 (3,3%)	30
25 espèces (Rumonge)								

Annexe 3. Inventaire des espèces et des organes prélevés pour l'usage alimentaire.
Fe: feuille; Fr: fruit; Ti: tige; No: fréquence.

Espèce	Organe récolté							
	Kigwena				Rumonge			
	Ti	Fr	Fe	No	Fr	Ti	No	
<i>Afromomum sanguineum</i>	+	-	-	1	-	-	0	
<i>Albizia adianthifolia</i>	+	-	-	1	-	-	0	
<i>Anisophyllea boehmii</i>	-	-	-	0	+	-	1	
<i>Anisophyllea pomifera</i>	+	-	-	1	-	-	0	
<i>Annona senegalensis</i>	-	-	-	0	+	-	1	
<i>Canthium gueinzii</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Cordia africana</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Elaeis guineensis</i>	+	-	-	1	+	+	2	
<i>garcinia huellensis</i>	-	-	-	0	+	-	1	
<i>Grewia flavescens</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Hymenocardia acida</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Landolphia kirkii</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Lannea schimperi</i>	+	-	-	1	+	-	1	
<i>Maesopsis eminii</i>	+	-	-	1	-	-	0	
<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	0	+	-	1	
<i>Myrianthus arboreus</i>	+	-	-	1	-	-	0	

Annexe 3. Suite.

Espèce	Organe récolté					
	Kigwena			Rumonge		
	Fr	Fe	No	Fr	Ti	No
<i>Myrianthus holstii</i>	+	-	1	+	-	1
<i>Parinari curatellifolia</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Passiflora edulis</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Piliostigma thonningii</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Psidium guajava</i>	+	-	1	+	-	1
<i>Rhus longipes</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Rhus natalensis</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Rubus rigidus</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Solanum incanum</i>	+	+	2	-	-	0
<i>Strychnos innocua</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Strychnos spinosa</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Syzigium cordatum</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Syzigium guineense</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Uapaca kirkiana</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Uapaca nitida</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Uapaca sensibarica</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Vitex doniana</i>	+	-	1	+	-	1
<i>Vitex madiensis</i>	+	-	1	-	-	0
21 espèces (Kigwena),	21	1	22	23	1	24
23 espèces (Rumonge)	(95,5%)	(4,5%)		(95,8%)	(4,2%)	

Annexe 4. Inventaire des espèces et des organes prélevés pour l'usage énergétique.
Fe: feuille; Ti: tige; No: fréquence.

Espèce	Organe récolté					
	Kigwena			Rumonge		
	Fr	Fe	No	Fr	Ti	No
<i>Acacia hockii</i>	+	-	1	+	-	1
<i>Acanthus arboreus</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Albizia grandibracteata</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Albizia zygia</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Annona senegalensis</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Brachystegia bussei</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Brachystegia microphylla</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Brachystegia spiciformis</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Brachystegia utilis</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Clerodendrum johnstonii</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Coffea arabica</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Dichrostachys cinerea</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Dissotis trothae</i>	+	+	2	-	-	0
<i>Elaeis guineensis</i>	-	+	1	-	+	1
<i>Eucalyptus saligna</i>	+	-	1	+	-	1
<i>Ficus vallis-choudae</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Hymenocardia acida</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Lannea fulva</i>	-	-	0	+	+	2
<i>Macaranga spinosa</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Parinari curatellifolia</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Pavetta ternifolia</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Piliostigma thonningii</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	+	2	-	-	0
<i>Rhus vulgaris</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Spathodea campanulata</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Strombosia scheffleri</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Terminalia mollis</i>	+	-	1	-	-	0
<i>Uapaca kirkiana</i>	-	-	0	+	-	1

Annexe 4. Suite.

Espèces	Organe récolté					
	Kigwena			Rumonge		
	Ti	Fe	No	Fr	Fe	No
<i>Uapaca nitida</i>	-	-	0	+	-	1
<i>Uapaca sensibarca</i>	-	-	0	+	-	1
14 espèces (Kigwena)	13 (81,3%)	3 (18,7%)	16	18 (90,0%)	2 (10,0%)	20
19 espèces (Rumonge)						

Annexe 5. Inventaire des espèces et des organes prélevés pour l'usage culturel.

Fe: feuille; Fr: fruit; Ra: racine; Ti: tige; No: fréquence.

Espèces	Organe récolté									
	Kigwena				Rumonge					
	Ti	Fe	Fr	No	Ti	Fe	Ec	Fr	Ra	No
<i>Albizia gummifera</i>	-	-	-	0	+	-	-	-	-	1
<i>Annona senegalensis</i>	-	-	-	0	-	+	-	-	-	1
<i>Cordia africana</i>	+	-	-	1	+	-	-	-	-	1
<i>Cordia ovalis</i>	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Cussonia arborea</i>	+	-	-	1	-	-	-	-	-	0
<i>Dracaena afromontana</i>	-	-	-	0	+	+	-	-	-	2
<i>Dracaena steudneri</i>	+	+	-	2	-	-	-	-	-	0
<i>Elaeis guineensis</i>	-	-	-	0	-	+	-	-	-	1
<i>Erythrina abyssinica</i>	-	-	-	0	+	-	-	+	-	2
<i>Euphorbia candelabrum</i>	-	-	-	0	+	-	-	-	-	1
<i>Hymenocardia acida</i>	-	-	-	0	-	+	-	-	-	1
<i>Lannea schimperi</i>	-	-	-	0	+	+	-	-	-	2
<i>Pseudospondias microcarpa</i>	-	-	+	1	-	-	-	-	-	0
<i>Psorospermum febrifugum</i>	-	-	-	0	+	-	-	-	-	1
<i>Securidaca longipedunculata</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	+	1
<i>Sterculia quinqueloba</i>	-	-	-	0	-	-	+	-	-	1
5 espèces (Kigwena)	4 (66,7%)	1 (16,6%)	1 (16,7%)	6	7 (46,7%)	5 (33,2%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	15
12 espèces (Rumonge)										

Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun

F. Kaho^{1*}, M. Yemefack¹, P. Feujio-Teguefouet¹ & J.C. Tchanchaouang²

Keywords: *Tithonia diversifolia*- Acrisols- Maize- Inorganic Fertilizers- Soil fertility- Acceptability Index- Cameroon

Résumé

Une étude a été conduite pendant deux campagnes agricoles sur un sol ferrallitique du Centre Cameroun en vue d'évaluer les effets combinés des feuilles de *Tithonia diversifolia* (FTd) et des engrais inorganiques (NPK et urée) sur les propriétés du sol et les rendements de maïs. Le dispositif expérimental était le bloc complet randomisé à trois répétitions et six traitements: T0 (0FTd, 0NPK et 0 urée); T1 (0FTd, 150 kg 20-10-10 et 150 kg d' urée/ha); T2 (0FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée/ha); T3 (2,5 t/ha FTd, 0NPK et 0 Urée); T4 (5 t/ha FTd, 0NPK et 0 urée); T5 (2,5 t/ha FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée). Les feuilles de *Tithonia* ont été incorporées dans le sol deux semaines avant les semis du maïs. Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur des échantillons de sol et de feuilles de *Tithonia diversifolia*. Des différences hautement significatives ($p = 0,006$ et $p < 0,000$ respectivement) ont été obtenues entre les traitements en première et deuxième campagne en ce qui concerne les rendements de maïs avec des rendements variant de 1,8 à 6,4 t.ha⁻¹; les traitements T4 et T5 ayant donné les rendements les plus élevés et le traitement T0 les plus bas. La tendance générale de la productivité des parcelles était de l'ordre de: T5=T4>T1>T3>T2>T0. Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements pour toutes les propriétés de sol testées. Cependant, la tendance générale de l'évolution de ces propriétés était à la hausse par rapport aux valeurs initiales sauf pour la teneur en sable, le pH et le phosphore. Avec un Indice d'Acceptabilité (IA) supérieur à 2 pour les traitements T4 (2,65) et T5 (2,5); l'étude a montré que, *Tithonia diversifolia* dans les conditions de cet essai a été d'un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol et a pu fournir la quantité des nutriments nécessaires à la culture du maïs sans apport d'engrais inorganiques.

Summary

Combined Effect of *Tithonia diversifolia* leaves and Inorganic Fertilizers on Maize Grain Yield and Soil Properties of a Central Cameroon Acrisol

A study was conducted on an Acrisol in Centre Cameroon in order to evaluate the combined effects of *Tithonia diversifolia* (FTd) and inorganic fertilizers (NPK and Urea) on maize grain yields and soil properties. The experimental design was a randomized completed block design with three replications and six treatments: T0 (0FTd, 0NPK and 0 Urea); T1 (0FTd, 150 kg 20-10-10 and 150 kg of Urea/ha); T2 (0FTd, 75 kg 20-10-10 and 75 kg of Urea/ha); T3 (2.5 t/ha FTd, 0NPK and 0 Urea); T4 (5 t/ha FTd, 0NPK and 0 Urea); T5 (2.5 t/ha FTd, 75 kg 20-10-10 and 75 kg of Urea). Soil and *Tithonia* samples were collected and analyzed for nutrients contents. *Tithonia* leaves (FTd) were incorporated into the soil two weeks before maize sowing. Physico-chemical laboratory analyses were carried out on soil samples and *Tithonia* leaves. Highly significant differences ($p = 0.006$ and $p < 0.000$ respectively) were observed between treatments in the first and second cropping season for maize grain yields which varied between 1.8 to 6.4 t.ha⁻¹; with the highest values obtained in T4 and T5 and the lowest in T0. The general trend of productivity was ranked as: T5=T4 >T1>T3>T2>T0. No significant difference was observed for all the soil properties tested. However, in the general trend, most soil properties tended to increase at the end of the experiment, excepted sand content, pH and available phosphorus. With the acceptability index (IA) of more than 2 in T4 (2.65) and T5 (2.53), the study has shown that *Tithonia diversifolia* has a potential for improving plant nutrient availability in these soils for the cultivation of maize without chemical fertilizers.

Introduction

Au Cameroun comme dans la plupart des pays au Sud du Sahara, l'augmentation de la pression démographique a entraîné une intensification des

pratiques agricoles et une extension des surfaces cultivées qui s'est traduite par une réduction du temps de jachères. Cette situation non seulement prédispose

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Yaoundé, Cameroun.

²Consultant indépendant, Yaoundé, Cameroun.

*Adresse pour correspondance: Kaho François, Chargé de Recherche IRAD BP: 2067, Yaoundé, Cameroun.

E-mail: gicosgroupe@yahoo.fr/ kahofrancois@rocketmail.com

Reçu le 24.02.10 et accepté pour publication le 12.01.11.

le sol à l'érosion, mais entraîne aussi un épuisement rapide de ses éléments nutritifs notamment l'azote et le phosphore (10, 12, 23).

Sur le plan agricole, les conséquences se traduisent par de faibles rendements pour les principales cultures vivrières. Par exemple, la réduction de la durée de jachère de six à moins de deux ans dans la zone de savane humide du Nigeria et du Bénin a eu pour conséquence des baisses de rendement du manioc de 11 t.ha⁻¹ à moins de 2 t.ha⁻¹ (18). Sur le plan de la qualité du sol, l'intensification des cultures entraîne toujours une baisse du niveau de fertilité du sol; les effets négatifs les plus apparents sont la diminution du taux de matière organique associée à la réduction de la quantité d'azote dans le sol et l'envahissement des terres cultivées par les mauvaises herbes (1). La fertilisation minérale conventionnelle est incompatible avec le contexte économique du paysan camerounais du fait du prix élevé des engrais minéraux. De plus, les travaux récents ont montré que la productivité des sols sous les tropiques baisse même avec l'utilisation continue des engrais chimiques seuls (1). Les engrais organiques seuls sont insuffisants pour compenser le faible niveau des éléments nutritifs dans les sols tropicaux (15, 21). Les engrais organiques de par leurs effets bénéfiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, et donc sur la croissance des plantes permettraient de rendre plus efficace l'utilisation de doses modestes d'engrais minéraux (8, 21). Cependant, le succès de cette stratégie dépendra de la qualité du matériel organique utilisé et de la quantité d'éléments nutritifs contenue

dans ce matériel (17).

La recherche sur les espèces agroforestières ayant un potentiel pour améliorer la fertilité des sols en zone forestière humide du Cameroun s'est focalisée principalement sur les légumineuses fixatrices d'azote (5, 10, 12, 13) et très peu d'attention a été accordée aux espèces non fixatrices d'azote. Il y a donc un besoin d'évaluer d'autres espèces en vue de diversifier les options disponibles et de réduire la dépendance des planteurs vis-à-vis de quelques espèces. Une étude a de ce fait été conduite pendant deux campagnes agricoles en 2005 en vue d'évaluer l'effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* (FTd) et des engrais chimiques sur les rendements de maïs et les propriétés du sol. *Tithonia diversifolia* (Hemsley A. Gray) (dénommé *Tithonia* dans le texte) est une espèce rudérale qui produit de grandes quantités de feuilles facilement décomposables et riches en éléments nutritifs (8, 16). Elle se multiplie facilement par graines et par boutures et pousse spontanément aux alentours des maisons et des routes (20).

Matériels et méthodes

Site d'étude

L'étude a été réalisée sur une parcelle de la ferme expérimentale du Centre Régional de Recherche Agricole de Nkolbisson, Yaoundé, Cameroun (3° 51' Nord et 11° 40' Est, 759 m d'altitude). La distribution annuelle des pluies est bimodale avec des pics en mai et octobre. La pluviométrie annuelle a varié entre 1134 et 2112 mm au cours des 16 dernières années (Figure 1). La température moyenne annuelle est de

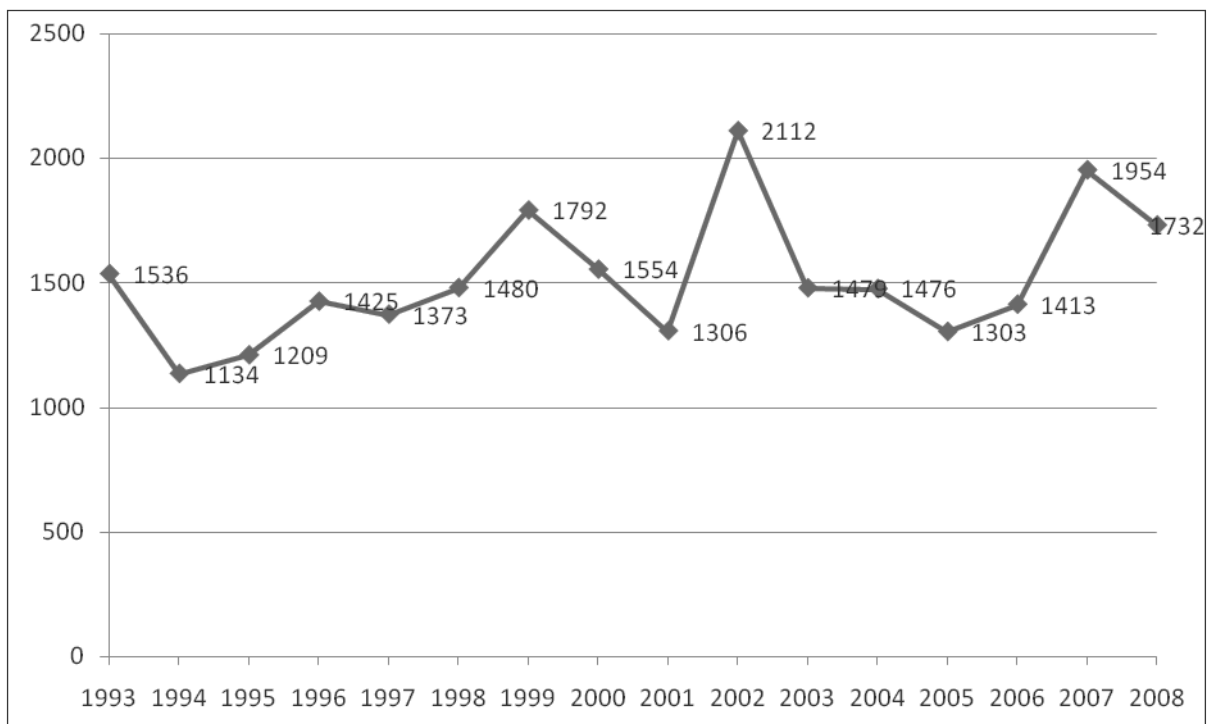


Figure 1: Pluviométrie (mm) des 16 dernières années à Yaoundé.

Source: Station Météorologique de Yaoundé Ville (2009).

24,7 °C. L'humidité relative varie entre 50-80% en saison sèche et 70-90% en saison de pluie.

Les sols sont acides et appartiennent au groupe des Acrisols d'après la base référentielle mondiale de la classification des sols (6). Le site a servi auparavant à l'élevage des petits ruminants pendant 5 ans et abandonné en jachère naturelle pendant deux ans. Cette jachère était dominée par les espèces suivantes: *Chromoleana o.*, *Commelina e.*, *Sida c.*, *Synedrella n.*, *Oxalis b.* et *Ipomea a.*

Dispositif expérimental et pratiques culturales

Le dispositif expérimental était un bloc complètement randomisé à six traitements et trois répétitions. Les traitements étaient les suivants: TO (sans engrais minéral, sans FTd), T1 (sans FTd, 1 dose d'engrais minéral), T2 (sans FTd, 1/2 dose engrais minéral), T3 (1/2 dose de FTd, sans engrais minéral), T4 (1 dose de FTd, sans engrais minéral), et T5 (1/2 dose de FTd, 1/2 dose engrais minéral). La dose recommandée de *Tithonia* est de 5 t/ha FTd alors celle recommandée pour les engrais minéraux est de 150 kg 20-10-10 plus 150 kg d'urée.ha⁻¹.

Au début de la campagne de mars 2005, la parcelle de jeune jachère a été défrichée à la machette et les résidus de végétation incorporés au sol pendant le labour manuel à la houe. Les feuilles fraîches de *Tithonia*, collectées aux alentours de la ferme, ont été manuellement incorporées au sol deux semaines avant le semis du maïs. L'engrais NPK (20-10-10) a été appliqué au semis alors que l'urée a été appliqué 4 semaines après le semis. Le maïs, de variété CMS 8704, a été semé avec une densité de 53 333 plantes.ha⁻¹. Deux sarclages manuels ont été effectués à 4 et 7 semaines après les semis. A maturité, les quatre lignes du milieu de chaque traitement ont été récoltées et le rendement grain ajusté à 15% d'humidité. Les parcelles ont subi les mêmes traitements en deuxième campagne.

Echantillonnage et analyse du sol et des feuilles de *Tithonia*

Au début de l'étude, dix échantillons composites de sol ont été collectés sur toute la parcelle à 0-15 cm de profondeur. En décembre 2005, les échantillons de sol ont également été collectés à la même profondeur dans chacune des 18 parcelles expérimentales. Ces échantillons de sol ont été analysés pour déterminer les caractéristiques suivantes: la texture (sable, limon, argile), le pH, le carbone organique, l'azote total, les bases échangeables (Ca, Mg, K) et le phosphore disponible. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Nkolbisson, Yaoundé, selon les méthodes décrites par Anderson et Ingram (2), et Buondonno *et al.* (3). Deux échantillons de FTd, de 500 g chacun, ont également été analysés dans le même laboratoire pour déterminer leurs

concentrations en azote, potassium, phosphore, calcium et magnésium.

Analyses statistiques des données

L'analyse de variance (ANOVA) et la séparation des moyennes (test de Newman -Keuls) ont été utilisées pour déterminer les différences entre les traitements, à l'aide du logiciel SAS (19). Les changements sur les caractéristiques de sol entre le début et la fin de l'étude ont été calculés à l'aide de la formule:

$$X\% = 100 \cdot (X_2 - X_1) / X_1$$

où: X_1 = valeur du paramètre considéré en début de l'essai et X_2 = valeur du paramètre considéré à la fin.

Analyse économique des traitements

Un indice d'acceptabilité (IA) a été calculé pour identifier le meilleur traitement facilement adoptable par les cultivateurs. Cet indice compare la rentabilité des nouveaux traitements au traitement de référence bien connu par les paysans. C'est donc le rapport des bénéfices des deux traitements: IA = Bénéfice du traitement / Bénéfice du témoin. Ainsi, une technologie ne peut être facilement adoptée que si la valeur de l'IA est égale ou supérieure à 2. L'adoption se fait avec réticence si cette valeur est entre 1,5 et 2; et en dessous de 1,5 il y a rejet.

Pour l'évaluation des bénéfices, les charges suivantes ont été prises en considération: l'achat des engrais chimiques, la collecte des feuilles de *Tithonia*, le transport et l'incorporation dans le sol. Le coût des engrais chimiques est celui observé sur le marché local (18.000 FCFA/50 kg). Le coût de la main-d'œuvre pour collecter, transporter et incorporer les feuilles de *Tithonia* dans le sol est celui calculé par Nziguleba *et al.* (22) et dont le coût moyen est d'environ 1.200 FCFA/100 kg (2,5 US\$) soit 12 FCFA/kg. Le prix moyen du kg du maïs dans les marchés de Yaoundé est d'environ 300 FCFA.

Résultats et discussion

Composition chimique de la biomasse de *Tithonia diversifolia*

Le tableau 1 montre que les feuilles de *Tithonia* renferment des teneurs en azote comparables à la plupart des espèces utilisées en agroforesterie pour améliorer la fertilité du sol. Quant aux teneurs en P et K, elles sont nettement supérieures à celles contenues dans d'autres espèces. L'aptitude d'une espèce agroforestière à améliorer la productivité d'un sol dépend, en effet, de son rendement en biomasse, de la qualité de cette biomasse et de sa vitesse de décomposition (4, 17). Les analyses montrent que les feuilles de *Tithonia* sont très riches en éléments nutritifs. De plus, *Tithonia* est une espèce rudérale qui pousse spontanément aux alentours des cases et des routes et produit une biomasse abondante

Tableau 1
Comparaison de la composition chimique des feuilles de *Tithonia* à celle de quelques espèces agroforestières

Espèces	Concentration					Source
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	
<i>Tithonia diversifolia</i>	3,53	0,42	4,7	3,52	0,45	<i>Cette étude</i>
<i>Desmodium intortum</i>	1,79	0,30	0,58	1,70	0,28	<i>Kaho et al. 2009</i>
<i>Pueraria phaseoloides</i>	2,17	0,37	0,59	2,75	0,32	<i>Kaho et al. 2009</i>
<i>Calliandra calothyrsus</i>	3,4	0,15	1,1	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>
<i>Crotalaria grahamiana</i>	3,2	0,15	nd	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>
<i>Lantana camara</i>	2,8	0,25	2,1	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>	3,8	0,20	1,9	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>
<i>Sesbania sesban</i>	3,7	0,23	1,7	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>
<i>Tephrosia vogelii</i>	3,0	0,19	1,0	nd	nd	<i>Jama et al. 2000</i>

Légende: n.d.= non déterminé

et facilement décomposable. Par conséquent, cette espèce présente d'énormes potentialités par rapport aux espèces classiques couramment utilisées en agroforesterie pour améliorer la fertilité du sol et qui nécessitent des coûts importants pour leur mise en place et leur gestion.

Caractéristiques initiales du sol

Le tableau 2 montre que le sol du site d'étude est acide, avec une texture argilo-sableuse. Le ratio limon/argile est de 0,23; indiquant que ce sol est relativement jeune. Il a été démontré par Van Wanbeke (22) que dans les vieux sols ou les sols hautement lessivés, le ratio limon/argile est inférieur à 0,15. Le phosphore disponible (18,80 ppm) et le calcium échangeable (6,93 cmol.kg⁻¹) semblent plus élevés par rapport aux valeurs de référence trouvées par d'autres auteurs dans la zone forestière humide du Cameroun (7, 23). Les analyses de sol de trois blocs

(Yaoundé, Mbalmayo et Ebolowa) du site de recherche de référence de la zone forestière ont montré que le P disponible est compris entre 2,5 et 4,2 ppm; alors que les valeurs de Ca échangeable varient de 1,4 à 3,2 cmol.kg⁻¹ dans les 15 centimètres du sol (7). Les valeurs élevées trouvées pour ces paramètres dans le site de la présente étude pourraient provenir du fait qu'il a servi pour l'élevage de caprins pendant plus de cinq ans avant la réalisation de l'expérimentation. Ceci voudrait dire que la jachère de 2 ans qui a suivi l'abandon de la parcelle par les animaux n'a pas pu éliminer l'effet des excréments de ceux-ci sur le sol.

Effet des différents traitements sur les propriétés du sol

Les propriétés physiques et chimiques du sol ont été analysées au début et à la fin de l'étude en vue de déterminer l'effet des différents traitements sur le sol. Un échantillon représentatif a été analysé au début de

Tableau 2
Propriétés de sol (0-15 cm) avant et à la fin de l'essai en 2005

	Sable %	Argile %	Limon %	pH eau	C %	N %	P ppm	K	Ca	Mg
								cmol/kg		
Initial	41,6	47,32	11,08	5,46	1,56	0,133	18,8	0,09	6,93	0,55
à la fin										
T0	36,91	51,6	11,39	5,42	1,82	0,16	11,89	0,12	10,73	1,07
T1	39,37	50,6	11,02	5,35	2,05	0,18	11,4	0,11	10,04	0,81
T2	37,58	51,93	10,48	4,97	1,89	0,16	10,82	0,13	8,92	0,69
T3	40,04	49,6	10,36	5,16	2,15	0,19	12,38	0,17	9,66	1,08
T4	38,01	51,26	10,72	5,06	1,87	0,19	10,31	0,17	8,01	0,7
T5	37,58	50,26	12,14	4,97	2,08	0,16	10,22	0,15	8,42	0,86

Légende: T0: sans engrais minéral, sans *Tithonia*; T1 (OFTd, 150 kg 20.10.10 et 150 kg urée); T2 (OFTd, 75 kg 20.10.10 et 75 kg urée); T3 (2,5 t/ha de FTd); T4 (5 t/ha de FTd); T5 (2,5 t/ha de FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée). Prob.= probabilité.

Tableau 3

Pourcentage de changement des propriétés du sol dans les différentes parcelles après deux campagnes de culture en 2005

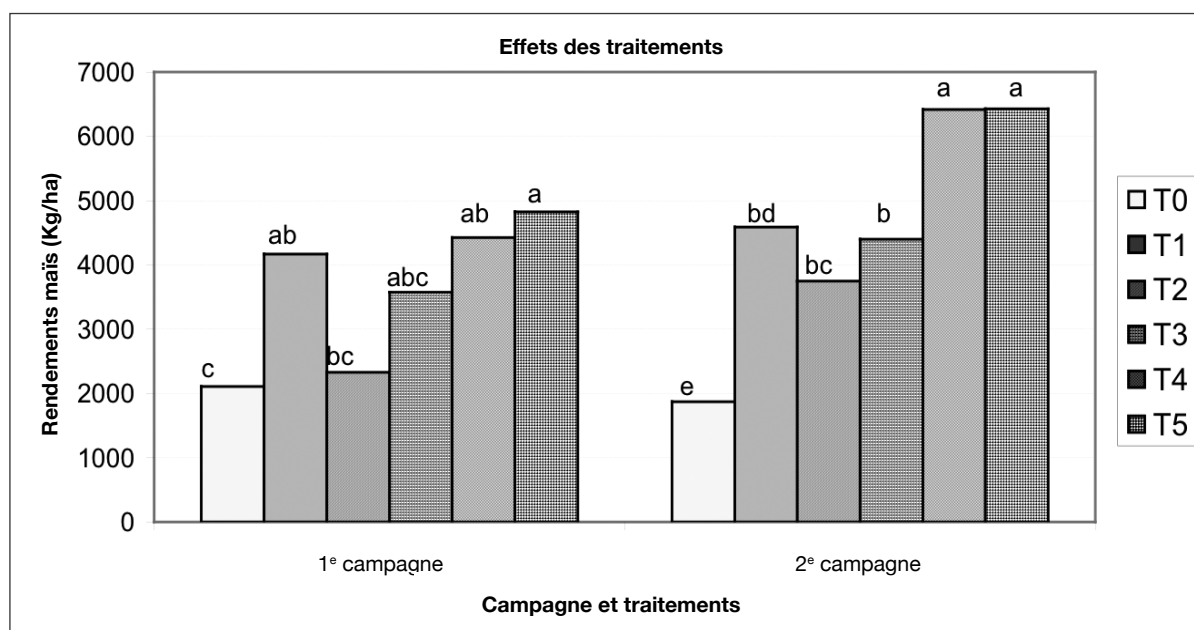
	Sable	Argile	Limon	pH	C	N	P	K	Ca	Mg
T0	-11	9	3	-1	17	20	-37	33	55	95
T1	-5	7	-1	-2	31	35	-39	22	45	47
T2	-10	10	-5	-9	21	20	-42	44	29	25
T3	-4	5	-6	-5	38	43	-34	89	39	96
T4	-9	8	-3	-7	20	43	-45	89	16	27
T5	-10	6	10	-9	33	20	-46	67	22	56

Légende: T0: sans engrais minéral, sans *Tithonia*; T1 (OFTd , 150 kg 20.10.10 et 150 kg urée); T2 (OFTd , 75 kg 20.10.10 et 75 kg urée); T3 (2,5 t/ha de FTd); T4 (5 t/ha de FTd); T5 (2,5 t/ha de FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée). Prob.= probabilité.

l'essai; alors qu'à la fin de l'étude les analyses ont été faites pour chaque parcelle expérimentale. Le tableau 2 présente les résultats de ces analyses et les taux de changements de chaque élément survenus dans ce sol pendant l'étude sont présentés dans le tableau 3. Après les deux campagnes de culture, bien qu'aucune différence statistiquement significative n'ait été mise en évidence entre les traitements pour toutes les propriétés de sol testées (Tableau 2), des taux de variation considérables sont observés pour les différents paramètres analysés après deux campagnes de culture (Tableau 3). Par rapport aux valeurs initiales reprises dans le tableau 2, la tendance générale (Tableau 3) montre une augmentation pour la majorité des paramètres mesurés, exceptés le pH, le phosphore et la teneur en sable qui ont connu des baisses pour tous les traitements (taux de variation négatifs). La baisse du pH dans les parcelles ayant reçu des engrais chimiques corrobore les résultats de travaux antérieurs qui ont révélé l'effet acidifiant des engrais chimiques sur les Alfisols et Ultisols au

Ghana et au Nigeria (11, 21). Le fait que les parcelles traitées au *Tithonia* aient aussi connu une baisse de pH nous amène à penser que les feuilles de *Tithonia* pourraient aussi contenir les constituants acidifiants. Aux Philippines, Mac Dicken (14) a également observé une baisse du pH sous une canopée de *Leucaena leucocephala* et l'a attribué à l'effet des composés acidifiants contenus dans les feuilles de *Leucaena*. Des études biochimiques approfondies permettraient d'identifier les composés responsables de l'acidification des sols enrichis en feuilles de *Tithonia*.

Il est cependant important de noter que cette baisse de pH et du P disponible ne semble pas affecter le rendement du maïs dans ce contexte. L'amélioration générale des autres propriétés du sol est associée à une augmentation générale des rendements en maïs grains, jusqu'à près de 20% en deuxième campagne, dans tous les traitements comparés excepté dans les parcelles T0 qui ont connu une baisse de production de 2%.

Figure 2: Effet des différents traitements sur les rendements de maïs 1^{re} et 2^e campagne 2005 (kg.ha⁻¹).

Légende: T0 (OF, OTd): sans engrais minéral, sans *Tithonia*; T1 (OTd , 150 kg 20.10.10 et 150 kg urée); T2 (OTd , 75 kg 20.10.10 et 75 kg urée); T3 (2,5 t/ha de FTd); T4 (5 t/ha de FTd); T5 (2,5 t/ha de FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée).

Par campagne, les barres avec les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au sein de probabilité $p < 0,05$.

Effet des différents traitements sur le rendement du maïs

L'effet des différents traitements sur le rendement en grains du maïs au cours des deux campagnes est présenté dans la figure 2. Des différences hautement significatives ont été observées lors de la première et de la deuxième campagne ($p= 0,006$ et $p< 0,000$ respectivement). Les rendements les plus élevés sont obtenus avec les traitements T4 et T5 et les plus bas avec le traitement T0. A la fin de l'étude, le classement des traitements selon leur influence positive sur le rendement est le suivant: $T_5=T_4>T_1>T_3>T_2>T_0$. Même le traitement T3 qui n'a reçu que les feuilles de *Tithonia* à la 1/2 dose recommandée a produit un rendement comparable au traitement T1 (fertilisation minérale complète). Bien que le rendement T3 soit légèrement inférieur au rendement T1, la différence n'est pas statistiquement significative. En faisant la comparaison des ratios rendements/coûts de production, le traitement T3 (0,132) est nettement au-dessus de T1 (0,041). Cela nous amène à conclure que le *Tithonia*, qui est abondamment présent dans les villages du site d'étude, pourrait constituer une bonne alternative aux engrais minéraux qui ne sont d'ailleurs pas à la portée des paysans de la région. Cependant, sur le plan environnemental, la promotion de cette technologie devrait dépendre de la maîtrise de l'effet acidifiant de cette plante.

Par ailleurs, le traitement sous *Tithonia* seul à la dose recommandée (T4) a donné des résultats similaires à ceux obtenus avec la 1/2 dose de FTd et 1/2 dose d'engrais minéraux (T5). Cela semble suggérer que la synchronisation de la libération des éléments nutritifs par les feuilles pendant leur décomposition et leur assimilation par la plante test était bonne. En effet, Cobo *et al.* (4) et Palm (17) ont montré que le taux de décomposition de la matière organique et l'augmentation des rendements était étroitement lié à la synchronisation entre la libération des nutriments et leur assimilation par la plante. Les feuilles de *Tithonia* incorporées dans le sol semblent donc avoir un taux de décomposition convenable qui a permis à la plante d'assimiler une grande proportion des nutriments libérés

lors de la décomposition de la matière organique. Des résultats similaires obtenus au Kenya par Muna-Mucheru *et al.* (15) ont montré que les parcelles ayant reçu la biomasse de *Tithonia* (avec ou sans engrais chimiques) ont donné des rendements de maïs les plus élevés (5,5 et 5,4 t.ha⁻¹ respectivement). De même, Jama *et al.* (8) ont rapporté que les rendements en grain de maïs étaient supérieurs sur les parcelles de *Tithonia* seul comparés aux parcelles ayant reçu seulement les engrais chimiques. Il est aussi établi dans la littérature que les sols déficients en azote sont susceptibles de répondre mieux à l'application des engrais organiques (18). Les bons rendements obtenus avec T5 (1/2 dose de *Tithonia* et 1/2 dose d'engrais minéral) suggèrent que l'engrais chimique apporté dans ce traitement pourrait accélérer le processus de minéralisation et de libération des nutriments contenus dans les feuilles de *Tithonia*.

L'augmentation significative des rendements de maïs constatée en deuxième campagne pour tous les traitements impliquant l'apport du *Tithonia* suggère un effet résiduel cumulatif de l'ajout des feuilles de *Tithonia* au cours du temps. Ce qui est d'ailleurs confirmé par les autres auteurs comme Thorsm-Smestad *et al.* (20) qui ont rapporté que *Tithonia* appliqué à la dose de 5 t.ha⁻¹ a triplé les rendements de maïs la saison suivante après son incorporation au sol dans l'ouest du Kenya. Une étude de longue durée permettrait de mieux appréhender l'ampleur de cet effet résiduel cumulatif sur plusieurs saisons en culture continue.

Analyse économique des différents traitements

Les résultats d'Indice d'Acceptabilité présentés dans le tableau 4 montrent que les traitements T1 (IA= 2,02), T4 (IA= 2,65) et T5 (IA= 2,53) peuvent être proposés aux paysans avec plus de chance d'adoption. Mais lorsqu'on connaît le faible pouvoir d'achat de la plupart des paysans de la zone d'étude, l'option T4 (5 t.ha⁻¹ de *Tithonia*) qui a le plus grand IA est la plus recommandable. Les études similaires faites au Kenya par Muna-Mucheru *et al.* (15) et Jama *et al.* (8) ont également montré que l'option T4 (5t.ha⁻¹ de FTd) procurait les marges bénéficiaires les plus élevées.

Tableau 4
Analyse économique des différents traitements

Traitements	Coût des engrais chimiques (FCFA/ha)	Coût feuilles <i>Tithonia</i> (FCFA/ha)	Coûts variables totaux (FCFA/ha)	Rendement maïs (deux campagnes) (kg/ha)	Revenu brut (FCFA/ha)	Bénéfice brut (FCFA/ha)	Indice d'acceptabilité (IA)
T0	0	0	0	2000	600 000	600 000	/
T1	108 000	0	108 000	4400	1 320 000	1 212 000	2,02
T2	54 000	0	54 000	3000	900 000	846 000	1,41
T3	0	30 000	37 500	3950	1 185 000	1 155 000	1,93
T4	0	60 000	75 000	5500	1 650 000	1 590 000	2,65
T5	54 000	30 000	91 500	5600	1 600 000	1 516 000	2,53

Légende: T0: sans engrais minéral, sans *Tithonia*; T1 (OFTd, 150 kg 20.10.10 et 150 kg urée); T2 (OFTd, 75 kg 20.10.10 et 75 kg urée); T3 (2,5 t/ha de FTd); T4 (5 t/ha de FTd); T5 (2,5 t/ha de FTd, 75 kg 20-10-10 et 75 kg d'urée). Prob. = probabilité.

Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré qu'en dehors des espèces fixatrices d'azote couramment utilisées en agroforesterie, d'autres espèces (non fixatrices d'azote) parmi lesquelles *Tithonia diversifolia*, peuvent améliorer la fertilité du sol et augmenter de façon significative les rendements de culture d'une campagne à l'autre. Dans les conditions de cet essai, *Tithonia* présente un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol et peut fournir les quantités des nutriments nécessaires à la

culture du maïs sans apport d'engrais inorganiques; ce qui est capital pour les petits agriculteurs de la zone d'étude. D'autres études sont cependant, nécessaires pour quantifier la durabilité de cet effet.

Remerciements

Nous remercions la Banque Africaine de Développement qui a financé les analyses de sol et des plantes.

Références bibliographiques

- Ahuja L.R., 2003, Quantifying agricultural management effects on soil properties and processes, *Geoderma*, 116, 1-2.
- Anderson J.M. & Ingram J.S., 1993, Tropical soil biology and fertility: handbook of methods. 2nd edition. CAB International, Wallingford, UK.
- Buondonno H.O., Rashad A.A. & Coppola E., 1995, Comparing tests for soil fertility: the hydrogen peroxide/sulphuric acid treatment as an alternative to the cropper/selenium catalysed digestion process for routine determination of soil nitrogen-kjeldahl, *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 26, 1607-1619.
- Cobo J.G., Barrios E., Kaas D.C.L & Thomas R.J., 2002, Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil, biology and fertility of soils, 36, 87- 92.
- Duguma B. & Mollet M., 1997, Provenance evaluation of *Calliandra calothyrsus* Meissner in the humid lowland of Cameroon, *Agroforestry Systems*, 37, 45-57.
- FAO-ISRIC, 2006. World reference base for soil resources. FAO, Rome.
- International Institute of Tropical Agriculture-Humid Forest Ecoregional Centre (IITA-HFEC), 1999, The Forest Margin Benchmark area in Southern Cameroon. IITA, Yaoundé.
- Jama B., Palm C.A., Buresh R.J., Niang A.I., Gachengo C. & Nziguheba G., 2000, *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49, 201-221.
- Kaho F., Nyambi Na-ah G., Yemefack M., Yongue-Fouateu R., Amang-Abang J., Bilong P. & Tonyé J., 2009, Screening of seven plant species for short term improved fallow in the humid forest zone of Cameroon, *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 40, 1-10.
- Kaho F., Yemefack M., Yongue-Fouateu R., Kanmegne J. & Bilong P., 2007, Potentials of *Calliandra calothyrsus* Meissner for improving soil fertility and crop performance in the Forest Savannah-Transition Zone of Cameroon, *Nigerian Journal of Soil and Environmental Research*, 7, 33-44.
- Kaho F., Yemefack M. & Quashie-Sam J., 2002, Soil fertility changes under *Leucaena leucocephala* woodlot and their consequences on the succeeding crop in the humid forest zone of Ghana, *Nigerian Journal of Soil Research*, 3, 39-44.
- Kaho F., Yemefack M., Nguimgo B.A.K. & Zonkeng C.G., 2004, The effect of short rotation *Desmodium distortum* planted fallow on the productivity of Ultisols in Centre Cameroon, *Tropicicultura*, 22, 1, 49-55.
- Kanmegne J., Duguma B., Henrot J. & Isirimah N.O., 1999, Soil fertility enhancement by planted tree fallow in the humid lowland of Cameroon, *Agroforestry Systems*, 46, 239-249.
- Mac Dicken K.G., 1991, Impacts of *Leucaena leucocephala* as a fallow improvement in shifting cultivation. pp. 185-192, *in: Agroforestry: principles and practices*. Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.
- Muna-Mucheru M., Mugendi D., Kung'u J., Mugwe J. & Bationo A., 2007, Effects of organic manure and mineral fertilizer inputs on maize yield and soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District, Kenya, *Agroforestry Systems*, 69, 189-197.
- Nyasimi M.A., Amadalo B. & Obonyo E., 1997, Using the Wild Sunflower *Tithonia* in Kenya for soil fertility and crop yield improvement. ICRAF – KARI – KEFRI.
- Palm C.A., 1995, Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants, *Agroforestry Systems*, 30, 105-124.
- Sanginga N.B., Ibewiro P., Hounnandan B., Vanlauwe J.A., Okogun I.O., Akobundu & Versterg, 1990, Evaluation of symbiotic properties and nitrogen contribution of *Mucuna* growth in the derived Savanna of West Africa, *Plant and soil*, 179, 119-129.
- SAS Institute INC, 2003, SAS/STAT Software release: changes and enhancements through 6.12. SAS Institute INC, Cary, USA.
- Thorsm Smestad B., Tiessen H. & Buresh K.J., 2002, Short fallows of *Tithonia diversifolia* and *Crotalaria grahamiana* for soil fertility improvement in Western Kenya, *Agroforestry Systems*, 55, 181-194.
- UyoYbesere E.O. & Elemo K.A., 2000, Effect of inorganic fertilizer and foliage of *Azadirachta* and *Parkia* species on the productivity of early maize, *Nigerian Journal of Soil Research*, 1, 17-22.
- Van Wambeke A., 1981, Criteria for classifying tropical soils by age, *J. Soil Sc.*, 13, 124-132.
- Yemefack M., Jetten V.G. & Rossiter D.G., 2006, Developing a minimum data set for characterizing soil dynamics under shifting cultivation systems, *Soil & Tillage Research*, 86, 84-98.

F. Kaho, Camerounais, Ingénieur Agronome, Master of Science en Agroforesterie, Doctorant Université de Yaoundé I, Chargé de Recherches, Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Yaoundé, Cameroun.

M. Yemefack, Camerounais, Ph.D. en Sciences du Sol, Maître de Recherches, Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Yaoundé, Cameroun.

P. Feujo Teguefouet, Camerounais, Ingénieur Agronome, Master of Science en Phytopathologie, Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Yaoundé, Cameroun.

J.C. Tchanchauang, Camerounais, D.E.S.S en Agroforesterie, Consultant Indépendant, Yaoundé, Cameroun.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TECNICAS

L'élevage catalyseur de l'atteinte des Objectifs du Millénaire pour le Développement

A.L.M. Gbaguidi¹, D. Byakya Kikukama¹, M. Djemal¹, F.J. Mougang¹ & Carine Nyilimana¹

Keywords: MDG's- Livestock- Environment- Poverty- Sustainable

Résumé

L'Organisation des Nations Unies, face aux inégalités croissantes a initié le processus des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) qui doivent être réalisés d'ici 2015. L'atteinte des huit OMD devrait permettre de réduire la pauvreté et d'améliorer les conditions de vie des populations. L'élevage est pratiqué par une grande partie de la population mondiale surtout les plus pauvres. Il est pourvoyeur d'emplois et contribue à l'émancipation des femmes grâce aux revenus générés par la vente des produits animaux. Les animaux d'élevage sont également utilisés pour le transport et la culture attelée. La forte densité en nutriments des produits animaux en fait des aliments de choix pour améliorer l'état nutritionnel des enfants. La domestication des espèces animales sauvages et le développement de l'aquaculture contribuent à réduire les prélèvements dans la nature et à protéger la biodiversité. Le développement d'un élevage durable et raisonné peut donc positivement impacter plusieurs secteurs et doper la croissance économique des pays. Ce qui peut aider les pays en développement à se rapprocher des OMD d'ici 2015. La note présente également les pré-requis pour rendre effective la contribution de l'élevage aux OMD et les effets négatifs potentiels à contrôler.

Summary

Livestock, a Catalyst for Achieving the Millennium Development Goals

To address growing inequalities in the world the United Nations has initiated the process of the Millennium Development Goals (MDGs) and urged the international community to achieve these goals by 2015. The achievement of the eight MDGs should reduce poverty and improve the living conditions of people in the world. Livestock is important for a large part of the world population especially the poor and contributes substantially to the achievement of the MDGs. Indeed, livestock is a source of employment and contributes to the empowerment of women through income generating activities. Livestock also contribute to carry heavy loads, help cultivate fields and improve nutrition in children. The domestication of wild animal species and the development of aquaculture contribute to reduce wild harvests and protect the biodiversity. The development of a sustainable and a well thought-out livestock production can positively impact many sectors and can boost economic growth. That can help developing countries to move towards the Millennium Development Goals (MDGs) by 2015. This note also presents the pre-requisite to make effective the contribution of livestock to the MDGs and identify potential adverse effects to monitor.

1. Introduction

Le développement des inégalités et la prise de conscience d'enjeux globaux tels que la biodiversité et les changements climatiques dans le monde a amené la communauté internationale à s'engager en septembre 2000 à réaliser certains objectifs suivant un calendrier précis afin de réduire les inégalités dans le monde d'ici 2015. L'atteinte de ces Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) est un processus complexe faits de choix stratégiques, politiques et économiques au niveau des Etats en développement et des pays développés.

L'esprit est d'optimiser la contribution de tous les secteurs économiques afin de permettre aux pays en développement d'atteindre des niveaux raisonnables pour chaque OMD et d'améliorer les conditions de vie de leurs populations.

L'élevage étant un secteur qui touche une grande partie de la population mondiale surtout les plus pauvres (77, 80), nous nous sommes posés la question de savoir si ce secteur pouvait contribuer de façon substantielle à l'atteinte des OMD d'ici 2015.

Ceci nous a amenés, spécialistes du Sud concernés

¹Promotion 2010-2011, Cours de Maîtrise en Sciences en Santé Animale Tropicale, Institut de Médecine Tropicale, Nationalestraat 155, 2000 Antwerpen, Belgique.

*Auteur correspondant: A.L.M. Gbaguidi (lionel.gbaguidi@gmail.com)

Reçu le 11.01.11 et accepté pour publication le 04.03.11.

par ce domaine, à rédiger cette note conceptuelle établissant cette contribution dans le contexte actuel de développement de l'élevage, tout en identifiant les pré-requis pour rendre effective cette contribution et les effets négatifs potentiels à contrôler.

2. Historique des Objectifs du Millénaire pour le Développement

Depuis sa création, le système des Nations Unies a défini de nombreux objectifs mondiaux visant notamment à l'accélération de la croissance économique par accroissement de l'assistance internationale et à l'éradication de la variole, du paludisme et d'autres maladies transmissibles (62).

Mais au début des années 90, les constats étaient notamment que 50% de la population mondiale vivait avec moins de 2 dollars US par jour, 22% des habitants étaient analphabètes, dont plus de 60% étaient des femmes et les émissions de gaz carbonique, une des causes des changements climatiques avaient quadruplé en l'espace de 50 ans (50). La question était de savoir ce qu'il fallait faire pour que tous les habitants de la Terre soient à l'abri de la faim, aient accès à l'eau potable et puissent offrir des perspectives d'avenir à leurs enfants.

Pour faire face à ces défis, en septembre 2000 et sous l'égide de l'ONU, 189 pays se sont engagés dans la déclaration du millénaire comportant huit objectifs :

- éliminer l'extrême pauvreté et la faim (OMD 1),
- assurer une éducation primaire pour tous (OMD 2),
- promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes (OMD 3),
- réduire la mortalité des enfants de moins de 5 ans (OMD 4),
- améliorer la santé maternelle (OMD 5),
- combattre le VIH/SIDA, le paludisme et les autres maladies (OMD 6),
- assurer un environnement durable (OMD 7),
- mettre en place un partenariat pour le développement (OMD 8).

Chacun de ces 8 objectifs est décliné en cibles dont l'évaluation est possible grâce à une série d'indicateurs. La date prévue pour leur atteinte est fixée à 2015.

Cependant, à moins de cinq ans de cette date, les différents rapports intermédiaires font ressortir un constat d'ensemble très mitigé (53). En effet, malgré une mobilisation internationale importante et des progrès considérables dans les domaines de l'éducation primaire et de la santé des enfants (vaccination), on constate des retards dans les secteurs de la santé des mères, de l'égalité des chances pour les femmes, de la lutte contre le paludisme ou encore dans le secteur de la réduction de la malnutrition, la communauté internationale peine à respecter ses engagements en terme d'aide publique au développement (52).

3. Etat des lieux de l'élevage en ce début de 21^{ème} siècle

L'élevage concerne actuellement 1,3 milliard de personnes (73), mobilise près de 4 milliards d'hectares de terres, fournit 80% de la viande consommée dans le monde (7) et près de 30% des protéines pour l'alimentation humaine. Il représente 40% de la production agricole brute mondiale (22, 72) et constitue la principale source de revenus pour 70% des personnes extrêmement pauvres vivant avec moins de 1,25 dollars US par jour (22).

Contrairement à la situation dans les pays développés, où un élevage intensif est pratiqué, l'élevage dans les pays en voie de développement demeure majoritairement de type extensif et pastoral. Mais, l'élevage c'est également la production respectivement de 60% et 9% des émissions anthropogène d'ammoniac et de gaz carbonique ainsi que la déforestation par la création de pâturages pour la production des matières premières destinées à l'alimentation animale (73). Ces effets sont la conséquence des changements structurels imposés à l'élevage pour faire face à la demande croissante en denrées d'origine animale dans le monde. En effet, la demande en viande a triplé entre 1980 et 2002, passant de 47 millions à 139 millions de tonnes et va doubler d'ici 2050. La consommation de lait de vache est passée de 481 millions de tonnes (MT) en 1999 à 580 MT en 2009 (31, 79). Cette évolution de la demande liée à la croissance démographique et à l'augmentation des revenus fait de l'élevage l'un des secteurs agricoles les plus dynamiques (22, 72).

4. Contribution de l'élevage aux OMD

4.1. Objectif du Millénaire 1: réduction de la pauvreté et de la faim dans le monde

L'atteinte de cet objectif doit permettre de réduire de 50%, d'ici 2015, le nombre d'individus extrêmement pauvres, de fournir un emploi décent et productif à tous (femmes et jeunes) et, enfin, de réduire de moitié le nombre d'individus souffrant de la faim.

L'élevage est une activité qui offre une gamme variée de produits et sous-produits (lait, viande, œufs, fumier, miel, cuirs et peaux, laine,...) dont l'exploitation et la commercialisation contribuent, en général, à l'augmentation des revenus des éleveurs et des différents acteurs du secteur. La fertilisation du sol avec les déjections animales permet aux agriculteurs/éleveurs d'augmenter les surfaces cultivées, favorise l'accroissement des rendements céréaliers de 25% (26) et, par conséquent, leurs revenus. La vente de services tels que la traction animale, la culture attelée et l'insémination artificielle sont également des sources de revenus complémentaires.

L'élevage de chèvres et de dromadaires permet de valoriser les zones arides ou semi arides et de

lutter contre la faim et la malnutrition en fournissant du lait et de la viande aux 40% des personnes extrêmement pauvres qui vivent dans ces zones dites marginales (81). Capital épargne mobile, les animaux d'élevage peuvent être déplacés en cas de conflits ou d'intempéries, réduisant ainsi la précarité des populations qui sont obligées d'abandonner leurs terres lors de ces événements.

Les techniques de conservation des produits d'origine animale (lait en poudre, viande séchée) favorisent leur transport sur de longues distances et améliore leur disponibilité tout le long de l'année sur l'ensemble d'un territoire. L'absence d'interdit culturel ou religieux sur le lait facilite son utilisation dans toutes les parties du monde contribuant ainsi à la réduction de la faim et de la malnutrition.

En matière d'emploi, la conduite des élevages nécessite le recours à un nombre important d'intervenants (ouvriers, techniciens, vétérinaires). La commercialisation et la transformation offrent des opportunités d'emplois directs et indirects dans la charcuterie, la maroquinerie, les produits laitiers, la cosmétique, la pharmacie, etc. On estime, par exemple, ces emplois secondaires dans la commercialisation des produits de l'élevage à 60.000 équivalents temps-pleins au Burkina Faso (44). L'élevage présente également un avantage comparatif en matière d'auto-emploi car elle ne nécessite pas, au démarrage, un capital important en ce qui concerne les espèces à cycle court tels que les volailles, les petits ruminants ou le lapin. Ces espèces valorisent mieux les produits et sous-produits agricoles et bénéficient d'un avantage comparatif en matière de production et de mise en marché par rapport aux grands animaux d'élevage (75). En effet, il est plus facile de vendre une poule ou une chèvre qu'une vache.

Dans les pays en développement, la part de revenus tirée de l'élevage par les ménages ruraux augmente tandis que les revenus tirés des cultures végétales diminuent. Ainsi, au Ghana et au Vietnam, le taux de croissance des revenus de l'élevage a été respectivement de 75% et 110% entre 1992 et 1998, tandis que les revenus issus des cultures ont baissé respectivement de 16% et 25% au cours de la même période (11).

Des études récentes ont également montré que le développement de l'élevage peut contribuer au développement global des pays (59) et que les petits éleveurs, plus de 600 millions, sont l'un des principaux maillons de ce développement (18, 25).

4.2. Objectif du Millénaire pour le Développement 2: l'éducation primaire pour tous

Dans les ménages extrêmement pauvres, 40% des enfants ne sont pas scolarisés et cela représente environ 69 millions d'enfants dans le monde dont environ la moitié (31 millions) habite en Afrique subsaharienne et plus d'un quart (18 millions) en

Asie du Sud (52). Les contraintes identifiées pour la scolarisation des enfants, c'est, d'une part, l'incapacité des familles à couvrir les coûts de l'école et, d'autre part, le besoin pour les parents de les garder sur l'exploitation pour apporter une aide dans les activités agricoles. A cela, s'ajoute l'éloignement des écoles des lieux de résidence et le dénuement des écoles en zones rurales qui ne reçoivent pas toujours les subventions prévues par l'Etat (27, 34).

En contribuant à l'OMD 1, l'élevage améliore les revenus des familles et augmente la capacité des parents à s'acquitter des frais de scolarité, permettant ainsi la scolarisation d'un nombre plus important d'enfants. L'installation de cantines scolaires dans les écoles a montré une corrélation positive avec le taux de scolarisation (32). Pour pérenniser ces cantines, des petits élevages d'espèces à cycle court sont installés dans ces écoles afin de fournir des œufs, du lait et de la viande à des coûts raisonnables (21). Cette garantie d'un repas par jour encourage les familles à envoyer tôt leurs enfants à l'école, à les y maintenir et stimule également les enfants à s'y rendre. Ces apports nutritionnels supplémentaires vont améliorer l'état de santé des enfants et réduire les risques d'apparition des maladies, une des principales causes d'absentéisme (35). Dans certains cas, les écoles pourraient également tirer des revenus de la vente des produits d'élevage afin de constituer une réserve de fonds afin de compenser les défaillances de l'Etat.

4.3. Objectif du Millénaire pour le Développement 3: promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes

Dans les zones rurales, l'élevage des petites espèces (volailles, petits ruminants) est pratiqué essentiellement par les femmes (20) qui sont également en charge de la transformation primaire et de la commercialisation des produits issus de cet élevage. Cela leur permet, dans la majorité des cas, de bénéficier d'une partie de ces revenus (40) et contribue à leur autonomisation ainsi qu'au renforcement de leur statut dans les ménages et dans la société.

En matière d'emploi, l'élevage est l'un des secteurs d'activité présentant les plus faibles taux de discrimination sur base du genre, car les hommes et les femmes interviennent à tous les niveaux de la production. Les femmes représentent ainsi 58% de la main-d'œuvre employée dans la production laitière en Inde (22). L'utilisation des animaux comme moyen de transport et outil de travail réduit également la pénibilité du travail des femmes dans les élevages.

4.4. Objectif du Millénaire pour le Développement 4: réduire la mortalité infantile

Dans le monde; 8,8 millions d'enfants meurent chaque année avant l'âge de 5 ans, dont plus de 40% pendant les quatre premières semaines de vie. La dénutrition est responsable de 30% de ces mortalités (49),

car elle contribue à l'affaiblissement des défenses immunitaires des enfants. L'OMD 4 prévoit de réduire de deux tiers la mortalité des enfants de moins de 5 ans.

Les produits d'élevage contiennent des nutriments de qualité, notamment les acides aminés essentiels (tryptophane, lysine, méthionine) et les minéraux (fer, zinc, cuivre) qu'il est difficile de trouver en quantité suffisante dans des aliments d'origine végétale. Ils constituent donc un complément essentiel pour les régimes alimentaires des enfants car ils contribuent à renforcer leur système immunitaire et à lutter contre l'anémie.

Le zinc est un oligo-élément essentiel à la croissance et qui a des propriétés immunostimulantes. Il confère son activité biologique à la thymuline, hormone sécrétée par le thymus et nécessaire pour la maturation des lymphocytes T. Le zinc n'est pas stocké dans l'organisme et nécessite un apport constant. Les principales sources de zinc sont les viandes, les abats (foie) et les poissons, car la présence de phytates dans les végétaux réduit la biodisponibilité du zinc notamment dans les céréales (3, 14, 17, 55, 70).

Quant au cuivre, il est activateur d'un grand nombre de réactions chimiques d'oxydoréduction dans l'organisme, dont celles de certaines enzymes impliquées dans l'inflammation (56). Le cuivre se retrouve essentiellement dans le foie et les poissons. Sa carence grave, observée dans la maladie de Menkès, se traduit par un risque infectieux élevé. Les autres nutriments essentiels pour la croissance normale des enfants et le renforcement de leur immunité, sont la riboflavine (Vitamine B2), la vitamine A, la vitamine B12 et le calcium. Les meilleures sources sont le poisson et les œufs (61). Le lait, de par sa richesse en protéines à haute valeur biologique (caséine et lactalbumine), en calcium, en riboflavine et en vitamine A est, par excellence, un aliment de choix pour l'enfant.

La réduction de la mortalité infantile passe également par une bonne couverture vaccinale contre des maladies telles que la rougeole, la rubéole ou encore la fièvre jaune dont les vaccins, en l'état actuel des connaissances scientifiques, sont produits par passage successifs sur des œufs embryonnés *Specific Pathogen Free* (SPF) de volailles (47, 48). Enfin, le capital d'épargne sur pied constitué par les animaux peut être rapidement mobilisé pour faire face aux dépenses de santé chez les enfants (« *out-of-the-pocket expenditures* »).

4.5. Objectif du Millénaire pour le Développement 5: améliorer la santé maternelle

En 2005, une femme mourait, chaque minute, de complications liées à la grossesse et à la parturition. Ce qui représentait plus de 500.000 décès par an, dont 99% dans des pays en voie de développement. En Afrique sub-saharienne, une femme sur 22 risque

de connaître ces complications, contre une sur 8.000 dans les pays développés (82).

L'objectif de l'OMD5 est de réduire cette mortalité maternelle de trois quarts et d'offrir l'accès universel à la santé de la reproduction d'ici 2015.

Parmi les facteurs non médicaux expliquant cette forte mortalité maternelle, il y a le déficit nutritionnel avant, pendant et après la grossesse (42, 63). Les besoins en acide folique et en fer, essentiels pour la santé de la mère et pour le développement cognitif de l'enfant (68) augmentent à cause du développement fœtal et de la synthèse d'hémoglobine. Les réserves en fer du fœtus et du nouveau-né sont conditionnées par celles de la mère et peuvent être, en conséquence, altérées (9) en cas de carence. L'anémie qui en résulte augmente la morbidité et la mortalité chez la mère mais également les risques de prématurité de l'enfant avec un poids faible à la naissance. Quant à l'acide folique, un déficit chez la femme enceinte augmente les risques d'apparition de spina bifida (1, 36, 66).

Une alimentation complétementée par des denrées d'origine animale, riches en fer et en acide folique, permet de prévenir l'apparition des anémies et leurs conséquences chez les femmes enceintes.

Par ailleurs, dans les zones enclavées, les animaux d'élevage peuvent servir comme moyen de transport pour se rendre rapidement dans un centre de santé en cas d'accouchement facilitant ainsi l'accès aux soins pour une maternité sans risque.

4.6. Objectif du Millénaire pour le Développement 6: combattre le VIH/SIDA, le paludisme et d'autres maladies

La communauté internationale s'est fixée pour objectifs d'ici 2015 de stopper la propagation du paludisme, de la tuberculose et du sida et d'inverser la tendance et de faciliter l'accès aux traitements contre le VIH/SIDA pour tous ceux qui en ont besoin.

Plusieurs études ont montré qu'il existe une relation étroite entre la susceptibilité aux maladies infectieuses, la gravité des symptômes lors de leur apparition et une alimentation carencée autant chez les enfants que chez les adultes (65, 71, 85). Les principaux nutriments en cause sont la vitamine A, le fer et le zinc qui jouent un rôle important dans l'immunité.

Les denrées d'origine animale ont une concentration élevée en éléments nutritifs et sont des aliments de choix pour les personnes n'arrivant pas à consommer de grandes quantités d'aliments. Cela concerne les jeunes enfants, dont la capacité gastrique est limitée par rapport à leurs besoins nutritionnels au cours de leur phase de croissance, ainsi que les personnes vivant avec le VIH/SIDA qui n'ont pas d'appétit en raison de la surinfection des voies digestives et des nausées alors que leurs besoins nutritionnels peuvent doubler dans le même temps (64). Une consommation régulière de ces denrées d'origine animale contribue

à réduire les risques d'apparition du paludisme et de réduire aussi l'impact des maladies telles que le VIH/SIDA chez les personnes touchées (12, 87). Ceci pourra augmenter leur espérance de vie et réduire l'absentéisme ainsi que les coûts des traitements, principaux impacts négatifs du SIDA sur les entreprises (5).

Un autre produit d'élevage intéressant pour la santé est le miel. Il contient des sucres (glucose et fructose), et des minéraux tels que le magnésium, le potassium et le calcium ainsi que des vitamines du groupe B. Les produits de la ruche (propolis, cire gaufrée, gelée royale, le venin d'abeilles, les grains de pollen) interviennent dans la fabrication de certains médicaments et sont également utilisés directement comme remèdes.

Tout comme pour la mortalité infantile (OMD 3), les familles qui élèvent des animaux disposent d'un capital vivant pouvant être vendu pour faire face à des besoins urgents. L'élevage constitue également, une des activités génératrices de revenus pour la réinsertion des personnes vivantes avec le VIH qui sont stigmatisés ou discriminés au sein de la société. Les personnes affaiblies par certaines maladies peuvent, à travers un élevage de type familial, subvenir à leurs besoins quotidiens (alimentaires) et à des frais de santé élémentaires (33).

Enfin, l'aquaculture peut jouer un rôle important dans la lutte biologique contre le paludisme. En effet, l'introduction des formes juvéniles ou adultes de certaines espèces de poissons, qui se nourrissent de larves d'insectes, telles que le guentheri (*Nothobranchius guentheri*) ou le tilapia (*Oreochromis niloticus*) a permis de réduire la population de larves de moustiques dans des milieux aquatiques (29, 30, 37).

4.7 Objectif du Millénaire pour le Développement 7: préserver l'environnement

L'objectif de l'OMD 7 est d'intégrer les principes du développement durable dans les politiques et programmes nationaux et d'inverser la tendance actuelle à la déperdition des ressources naturelles.

En Afrique Centrale, on estime qu'entre un et cinq millions de tonnes de chair d'animaux sauvages sont commercialisées chaque année, ce qui fait peser une menace d'extinction sur les espèces animales chassées (19, 86). L'alternative à ces prélèvements préjudiciables à l'environnement est la domestication et l'élevage d'espèces sauvages telles que l'aulacode (*T. swinderianus*) et le cricétome (*Cricetomys gambianus*). Ce type d'élevage contribue à la conservation des espèces animale en voie d'extinction (41). La pratique raisonnée de l'aquaculture contribue également à préserver les stocks naturels et à repeupler les eaux continentales et marines (6).

De plus, le développement de l'agriculture associée à l'élevage des espèces animales telles que la chèvre et le lapin permet d'augmenter l'efficacité des systèmes

de production et de préserver les ressources naturelles en réduisant les prélèvements dans la nature. Ces systèmes mixtes apportent une contribution majeure aux moyens d'existence, aux revenus et à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations rurales pauvres. Cet apport participe donc aussi clairement à l'atteinte de l'OMD1 (16).

Par ailleurs, la culture attelée utilisant des bovins ou des camélidés (28) se base sur une source énergétique renouvelable qui permet de réduire l'utilisation des énergies fossiles (carburant) nécessaires pour le fonctionnement des tracteurs. Une étude a montré qu'il est nécessaire d'utiliser six fois plus d'énergie pour la préparation du sol et le semis du soja, lorsque l'on utilise un tracteur en lieu et place de la culture attelée (39). Cette technique permet non seulement d'augmenter les surfaces cultivables (15) mais également d'introduire des pratiques de conservation des sols empêchant le compactage du sol et l'érosion excessive (78). Les déjections des animaux servent d'engrais organique mais sont également utilisés pour la production du biogaz, ce qui limite la coupe anarchique des arbres et rend tout ce système durable (60). La mise au pâturage des ruminants dans certaines plantations de canne à sucre ou de palmier à huile, permet de limiter le développement des mauvaises herbes, contribuant ainsi à réduire les quantités d'herbicides utilisés (22). Ce pâturage intercalaire peut également contribuer à la prévention des feux de brousse en créant des pare feux. Enfin, les ruminants jouent également un rôle important dans la dispersion des semences des espèces végétales zoochores (24).

Grâce à l'apiculture, les agriculteurs peuvent aujourd'hui également continuer à assurer la pollinisation de leurs plants (8, 67). Ce qui contribue à la préservation de la biodiversité et à l'amélioration de la qualité des productions de fruits et de semences. En effet, les populations d'abeilles, qui contribuent à la survie et à l'évolution de plus de 80% des espèces végétales (2, 38), sont actuellement menacées dans leur milieu naturel par l'usage massif des insecticides.

4.8. Objectif du Millénaire pour le Développement 8: mettre en place un partenariat mondial

L'atteinte de cet objectif va permettre l'amélioration de la coopération internationale en assurant une réponse particulière aux besoins des pays en développement, notamment dans le domaine pharmaceutique et des technologies de l'information. Ceci contribuera aussi à la mise en place d'un système commercial et financier mondial réglementé et non discriminatoire.

Le commerce international est lié au financement du développement et apporte une contribution stratégique à la croissance économique. En effet, la croissance des exportations explique environ 40% de la progression du produit intérieur brut

(PIB) tant des pays en développement que des pays développés (51). Depuis 1996, les exportations des pays en développement ont représenté ainsi 30% des échanges du commerce mondial en 2006 en progression constante (83).

Selon OXFAM, si les pays en développement augmentaient chacun leur part des exportations mondiales de 1%, le gain qui en résulterait pourrait faire sortir 130 millions de personnes de la pauvreté (54). Avec une croissance de 7% par an, le secteur de l'élevage croît plus rapidement dans les pays en développement que le secteur agricole dans son ensemble et on estime qu'il deviendra le sous-secteur le plus important en termes de valeur ajoutée en 2020. L'élevage grâce à son potentiel de développement peut contribuer à l'augmentation des exportations (4) et permettre aux petits producteurs de sortir de la pauvreté (57). Ce potentiel de croissance important (13) peut profiter aux pays en développement s'ils accèdent aux nouveaux marchés d'Asie et du Proche et Moyen-Orient, mais également en consolidant les exportations vers l'Europe et l'Amérique du Nord (68). L'exportation d'animaux vivants ou de produits d'élevage contribue déjà aux revenus de certains pays en voie de développement, notamment des pays d'Afrique Australe (44) qui exportent vers des marchés à haute valeur ajoutée telle que de la péninsule arabique et l'Europe (45, 69). Le secteur privé dans ces pays a mis en place des systèmes intégrés de production qui incorporent des petits et moyens éleveurs (58).

Les principales contraintes au développement des exportations des pays en développement sont la persistance de maladies transfrontalières et le respect des normes internationales en matière sanitaire et phytosanitaire (SPS) ainsi que les accords de l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce) (23). Des mécanismes facilitant la création d'alliances à l'échelle internationale ont été mis en place dans le but de limiter l'impact des pertes animales sur la vie des populations humaines dépendant du bétail et de favoriser des échanges commerciaux sûrs et sains en renforçant les possibilités locales et nationales (46).

5. Les préalables et les effets à contrôler

Le renforcement de la contribution de l'élevage aux OMD peut se traduire par l'apparition d'effets potentiels négatifs qu'il faudra contrôler. Des actions préalables sur le secteur de l'élevage sont nécessaires pour rendre durable sa contribution à l'amélioration des conditions de vie des populations. Il s'agit de:

- **Mettre à jour des législations du secteur de l'élevage** qui sont souvent caduques, inapplicables voire inexistantes dans la plupart des pays à faible revenus. Des codes agro-sylvo-pastoraux pourront contribuer à réduire les conflits entre éleveurs et agriculteurs et préserver la

biodiversité. L'élaboration et l'adoption de normes environnementales en matière d'installation et de gestion des exploitations réduiront l'impact négatif de l'élevage sur l'environnement.

- **Améliorer l'accès aux marchés pour les productions d'origine animale** grâce à la mise en place de marchés de bétail et d'abattoirs ainsi qu'une taxation raisonnable sur ces produits.
- **Promouvoir un élevage raisonné et durable** en développant l'agriculture intégrée et l'adaptation des activités d'élevage à chaque milieu. Pour réduire la compétition entre les animaux et l'homme, des matières premières n'ayant pas d'intérêt en alimentation humaine seront utilisées et l'élevage des ruminants privilégié par rapport aux monogastriques, tant que possible, car ils sont moins dépendants des céréales et sont capables de valoriser des sous-produits agricoles. Cette promotion de l'élevage doit prendre en compte les petites exploitations avec leurs spécificités car ils représentent la majorité des éleveurs dans le monde.
- **Surveiller et contrôler les principales maladies animales** par la mise en place des programmes au niveau régional et par une meilleure disponibilité et acceptabilité des services vétérinaires (84). En effet, le coût élevé des pertes liées aux maladies est estimé à plusieurs millions de dollars par an pour la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB) et la trypanosomose dans l'ensemble des pays africains (10, 76) et constitue une contrainte au développement de l'élevage.
- **Renforcer la relation école-élevage** grâce à des actions ciblées tels que le recours aux enseignants itinérants pour l'éducation des enfants des éleveurs nomades et transhumants, va contribuer à une meilleure acceptation de techniques innovantes de production respectant l'environnement (enseignants itinérants, etc ...). Cette relation sera renforcée par l'inclusion de notions d'élevage dans les programmes d'enseignement des écoles primaires situées dans les zones à tradition d'élevage.
- **Renforcer les programmes internationaux** en incitant les différents partenaires à respecter les principes de la déclaration de Paris (43) pour un partenariat « gagnant-gagnant ». Un appui aux pays en développement pour une production de qualité et un système de contrôle favorisant l'accès des produits d'origine animale aux marchés régionaux, mondiaux est nécessaire. En effet, Perry *et al.* (57) ont identifié comme contrainte au développement des exportations la difficulté des pays en développement à se conformer à aux règlements internationaux. Les traitements des denrées d'origine animale (traitement thermique, parage des ganglions lymphatiques, irradiation, salage, séchage) permettent de détruire la plupart

des agents pathogènes et devraient permettre aux pays en développement d'exporter des produits transformés même à partir de zones où sévissent des maladies animales (4, 74). Ce but devrait être atteint grâce à la promotion du «*Commodity-based trade*» en matière de réglementation sanitaire internationale. La réduction des subventions accordées aux denrées d'origine animale dans les pays développés et le développement du commerce équitable vont contribuer à améliorer les conditions de vie des petits producteurs et assurer un aliment de qualité pour les consommateurs.

Conclusion

Dans le monde, près de 80% des personnes sous-alimentées vivent dans les zones rurales et la plupart d'entre elles subsistent grâce à l'agriculture et notamment à l'élevage. Ce secteur est une importante source de revenus pour la plupart des pauvres dans le monde. Il est pourvoyeur d'emplois, présente un avantage comparatif en matière d'auto-emploi et contribue à l'émancipation des femmes à qui il permet d'avoir des activités génératrices de revenus. Il contribue à la protection de la biodiversité par l'élevage des espèces sauvages en voie de disparition et par l'aquaculture qui permet de réduire les prélèvements dans le milieu marin. Le développement de l'élevage peut donc positivement impacter plusieurs secteurs et doper la croissance économique des pays.

Un élevage adoptant des techniques de production innovantes, durable, raisonné, respectant l'environnement, et ayant comme base les petites exploitations familiales est un des principaux facteurs du développement du secteur agricole qui peut aider les pays en développement à se rapprocher des objectifs du millénaire (OMD) d'ici 2015.

Remerciements

Nous tenons à remercier pour leur contribution à la rédaction de cet article, nos collègues de la promotion 2010-2011 du cours de Maîtrise en Sciences en Santé Animale Tropicale de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers: Abdou A., Adjahoutonon K.Y., Koomlan B., Alikou Nguimgo C., Amzati Sefu G., Coral Almeida M.R., Fleurinord L., Kalemeko K., Mwiza K.W., Noudeke N.D., Nyandwi D., Ouedraogo A.S., Ouedraogo R.B., Sanga D.J.A., Sinou I., Sy I., Zannou M.O.

Tous les étudiants de la promotion tiennent à remercier la Coopération Belge au Développement (DGD) et l'Agence Belge de Développement (CTB) pour leur avoir donné l'opportunité de prendre part à cette formation qui leur permettra de contribuer à améliorer la santé et la production animale dans leur pays respectifs. Nous tenons également à remercier l'Institut de Médecine Tropicale qui depuis sa création, participe chaque année au renforcement des capacités techniques et scientifiques des spécialistes en élevage et santé animale dans les pays tropicaux.

Références bibliographiques

- Alasfoor D., Elsayed M.K. & Mohammed A.J., 2010, *Spina bifida* and birth outcome before and after fortification of flour with iron and folic acid in Oman. *East Mediterr Health J.* 2010 May, **16**, 5, 533-8.
- Allen-Wardell G., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchmann S., Cane J., Cox P.A., Dalton V., Feinsinger P., Ingram M., Inouye D., Jones C.E., Kennedy K., Kevan P., Koopowitz H., Medellín R., Medellín Morales S., Nabhan G.P., Pavlik B., Tepedino V., Torchio P. & Walker S., 1998, The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology*, **12**, 1, 8-17.
- Arsenault J.E. & Brown K.H., 2003, Zinc intake of preschool children exceeds new dietary reference intakes. *Am J Clin Nutr* 2003, **78**, 1011-17.
- Belachew H. & Hargreaves S.K., 2003, Consultancy report on livestock export zones. FAO Project GCP/RAF/365/EC. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), Rome, Italy.
- Bloom D., Reddy L. & River Path Associates, 2000, Business, AIDS and Africa. In: *The Africa Competitiveness Report 2000-2001*. New York: Oxford University Press 2000, 26-37.
- Boujard T. (dir.), 2004, Aquaculture et environnement. Les dossiers de l'environnement de l'INRA n°26, Paris, 110 p (Disponible à <http://www.inra.fr/dpenv/do26.htm>)
- Boutonnet J.-P., 1999, Le marché mondial des viandes; clés pour en comprendre l'évolution article paru dans *Déméter* 1999. Octobre 1998 Armand-Colin (Paris) 78 p (Disponible à http://epe.cirad.fr/fr/doc/marche_mondial_viandes.pdf)
- Bradbear N., 2005, Apiculture et moyens d'existence durables. Brochure sur la diversification 1 FAO, 26 p.
- Brunengo J.F., Morier F., Tankari G., Touré I.A. & Cenac A., 1988, Iron deficiency, pregnancy and breastfeeding in the Republic of Niger. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **82**, 649-50.
- Budd L.T., 1999, DFID-funded tsetse and trypanosomiasis research since 1980. Vol. 2: Economic Analysis. Natural Resources International Ltd, Aylesford, 123 p.
- Carletto G., Covarrubias K., Davis B., Krausova M., Stamoulis K., Winters P. & Zezza A., 2007, "Rural income generating activities in developing countries: re-assessing the evidence," *The Electronic Journal of Agricultural and Development Economics, Food and Agriculture Organization of the United Nations*, vol. **4**, 1, 146-193.
- Castleman T., Seumo-Fosso E. & Cogill B., 2004, Food and nutrition. Implications of antiretroviral therapy in resource limited settings. Washington, DC: Food and Nutrition Technical Assistance Project, Academy for Educational Development, 20 p.
- CEDEAO, 2009, Note adoptée pour le développement de l'élevage dans l'espace Cedeao. (Disponible à <http://www.oecd.org/dataoecd/46/15/43805748.pdf>)
- Chandra R.K. & Au B., 1980, Single nutrient deficiency and cell-mediated immune responses. I. Zinc. *Am. J. Clin. Nutr.* **33**, 736-8.
- CIRAD, 1996, Agriculture africaine et traction animale, (Sous la direction de Gérard Le Thiec), CIRAD - CTA - Coopération française, 86 p.
- Costales A.C., Pica-Ciamarra U. & Otte J., 2007, Livestock in a changing landscape: social consequences for mixed crop-livestock production systems in developing countries. PPLPI Research Report N°. 07-05 (Disponible à www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep-0705_lstlandscape.pdf).
- Cuevas L.E. & Koyanagi A., 2005. Zinc and infection: a review. *Ann Trop Paediatr.* **25**, 3, 149-60.
- Delgado C., Narrod C. & Tiongco M., 2008, Determinants and implications of the growing scale of livestock farms in four fast-growing developing countries. Research Report N°157. Washington, DC, International Food Policy Research Institute.

19. Fa J.E., Peres C.A. & Meeuwig J., 2002, Bushmeat exploitation in tropical forests: an intercontinental comparison. *Conservation Biology*, 16, 1232-1237.
20. FAO, 1995, A synthesis report of the Africa Region - Women, agriculture and rural development, 23 p.
21. FAO, 2004, Note d'introduction sur les jardins scolaires: promouvoir les programmes de jardins scolaires pour améliorer l'éducation et l'alimentation des enfants, FAO 2004, Rome 17 p.
22. FAO, 2009, The state of food and agriculture: livestock in the balance. Rome, Italie, 180 p.
23. FARA, 2009, Cibler des marchés pour les produits d'élevage africains. Série de notes d'orientation ministérielles. Numéro 1 – mai 2009, 10 p.
24. Gautier-Hion A., Duplantier J.-M., Quris R., Feer F., Sourd C., Decoux J.-P., Dubost G., Emmons L., Erard C., Hecketsweiler P., Mougazi A., Roussilhon C. & Thiollay J.-M., 1985, Fruit characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia*, 65, 324.
25. Gura S., 2008, Industrial livestock production and its impact on smallholders in developing countries. Consultancy report to the League for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development, Germany, 65 p.
26. Harrison P., 1991, Une Afrique verte, Paris, Editions Karthala, 448 p.
27. Hillman A.E. & Jenkner E., 2002, User payments for basic education in low-income countries. Document de travail du FMI 02/182, November 2002, 22 p.
28. Hoste C., Peyre de Fabregues B. & Richard D., 1984, Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort: IEMVT/CIRAD (Etudes et Synthèses nd 12), 162 p.
29. Howard A.F. & Omlin F.X., 2008, Abandoning small-scale fish farming in western Kenya leads to higher malaria vector abundance. *Acta Trop.* 2008 Jan, 105, 1, 67-73.
30. Howard A.F., Zhou G. & Omlin F.X., 2007, Malaria mosquito control using edible fish in western Kenya: preliminary findings of a controlled study. *BMC Public Health*. 2007 Aug 9; 7, 199.
31. Jamet J.P., 2010, La dynamique de l'offre et de la demande laitière dans le monde. *Bull. Acad. Vét. France* 2010 - Tome 163 - N°1.
32. Khaya A., 2008, La pauvreté au Sénégal. Mémoire pour la Maîtrise. Analyse et politiques économiques. Université Cheikh Anta Diop de Dakar – 51 p. <http://www.memoireonline.com/07/08/1425/la-pauvrete-au-Senegal.html>
33. Kinsey E., 2010, Matilda et sa chèvre: l'élevage pour réduire la vulnérabilité des familles vivant avec le VIH/SIDA; *Agridape*, 2 p. (Disponible à http://agridape.leisa.info/index.php?url=getblob.php&id=248416&a_id=2111&a_seq=0)
34. Kobiane J.F., 2002, Ménages et scolarisation des enfants au Burkina Faso: à la recherche des déterminants de la demande scolaire. Thèse de doctorat en démographie, Université Catholique de Louvain, 348 p.
35. Leighton C. & Foster R., 1993, Economic impacts of malaria in Kenya and Nigeria. Major Applied Research Paper n° 6, HFS project (Abt. Associates, Bethesda), 98 p.
36. López-Camelo J.S., Castilla E.E. & Orioli I.M., 2010, Folic acid flour fortification: impact on the frequencies of 52 congenital anomaly types in three South American countries. *Am J Med Genet A*. 2010 Oct; 152, A(10), 2444-58.
37. Matias J.R. & Adrias A.Q., 2010, The use of annual killifish in the biocontrol of the aquatic stages of mosquitoes in temporary bodies of fresh water; a potential new tool in vector control. *Parasit Vectors*. 2010 May 21, 3, 1, 46.
38. Michener C.D., 2000, The bees of the world. John Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland, USA, 913 p.
39. Mittal J.P. & Srivastava N.S.L., 1993, Role of human and animal power in crop production. Proceedings of the workshop on human and draught animal power in crop production. Harare, January 18-22, 1993, Siloe Research Institute, Agricultural and Food Research Council pp. 50-59.
40. Morin G., Coulibaly D., Corniaux C., Pocard-Chappuis R., Sidibé S.I. & Moulin C.H., 2007, Dynamiques des unités de production laitière dans le bassin d'approvisionnement de la ville de Ségou au Mali, *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.* 60, 1-4, 89-101.
41. Ngoula F., Meutchieye F., Kenfack A., Defang H.F., Awah-Ndukum J., Manfouo Z. & Tchoumboué J., 2009, Performances zootechniques de *Trynomys swinderianus* en captivité en zone d'altitude. *Arch. Zootec.* 58, 223, 441-449.
42. Ngunga Nkondi M., 2005, Pronostic maternel fatal au cours de la pré-éclampsie sévère. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Médecine. Université Simon Kimbangu (R.D. Congo), 62 p.
43. OCDE, 2008 a, Déclaration de Paris sur l'efficacité de l'aide au développement et programme d'action d'Accra, 26 p.
44. OCDE, 2008 b, Élevage et marché régional au Sahel et en Afrique de l'Ouest Potentialités et défis. 182 p. (Disponible à <http://www.oecd.org/dataoecd/37/51/40279092.pdf>)
45. ODI, 2007, Analysis of the economic and social effects of Botswana's loss of preferential market access for beef exports to the European Union, Overseas Development Institute, London, 49 p.
46. OIE, 2010, Solidarité internationale (Disponible à http://www.rr-africa.oie.int/fr/mandates/fr_int_solidarity.html)
47. OMS, 1993 a, Les bases immunologiques de la vaccination: la fièvre jaune. Programme Elargi de vaccination 23 p. (Disponible à http://www.who.int/vaccines-documents/DocsPDF-IBI-f/mod8_f.pdf)
48. OMS, 1993 b, Les bases immunologiques de la vaccination: la rougeole. Programme Elargi de vaccination 31 p. (Disponible à http://www.who.int/vaccines-documents/DocsPDF-IBI-f/mod7_f.pdf)
49. OMS, 2010, Compte à rebours 2015, rapport décennal (2000-2010) selon les pays: survie de la mère, du nouveau-né et de l'enfant. 2 p (Disponible à http://www.who.int/topics/millennium_development_goals/child_mortality/Countdown_2010_fr.pdf)
50. ONU, 2000, Rapport du Secrétaire Général des Nations Unies, 2000. Nous les peuples: le rôle des Nations Unies au 21^{ème} siècle 63 p. (Disponible à http://www.un.org/french/documents/view_doc.asp?symbol=A/54/2000).
51. ONU, 2008, Les échanges commerciaux, moteur de développement. Le financement du développement. Fiche d'information. Département de l'information (ONU) - DPI/2520C - Novembre 2008, 2 p.
52. ONU, 2010 a, Rapport du Secrétaire général 64^{ème} session. Points 48 et 114 de l'ordre du jour. 12 février 2010, 42 p.
53. ONU, 2010 b, The millenium development goals. Report 2010, 80 p.
54. OXFAM, 2002, Deux poids, deux mesures. Commerce globalisation et lutte contre la pauvreté. Oxfam 56 p.
55. Pekarek R., Sandstead H., Jacob R. & Barcome D., 1979, Abnormal cellular immune responses during acquired zinc deficiency. *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 1466-71.
56. Percival S.S., 1998, Copper and immunity, *Am J Clin Nutr* 1998 (suppl), 67, 1064S-8S.
57. Perry B.D., Nin Pratt A., Sones K. & Stevens C., 2005, An appropriate level of risk: balancing the need for safe livestock products with fair market access for the poor, PPLPI Working Paper 23, Rome: Food and Agriculture Organization (FAO), (Disponible www.fao.org/ag/againfo/projects/en/pplpi/docarc/wp23.pdf).
58. Perry B.D., Nin Pratt A., Sones K.R. & Stevens C., 2006, Balancing the need to trade safe livestock products with fair market access for developing countries. Proceedings of the 11th International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics, 2006. 4 p. Available at www.sciquest.org.nz
59. Pica G., Pica-Ciamarra U. & Otte J., 2008, The livestock sector in the World Development Report 2008: re-assessing the policy priorities. PPLPI Research Report N° 08-07. Rome, Pro-Poor Livestock Policy Initiative, FAO.
60. Preston T.R. & Murgueitio E., 1992, Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CIPAV-SAREC, Cali, Colombia, 89 p.
61. Randolph T.F., Schelling E., Grace D., Nicholson C.F., Leroy J.L., Cole D.C., Demment M.W., Omere A., Zinsstag J. & Ruel M., 2007, Invited review: role of livestock in human nutrition and health for poverty reduction in developing countries. *J. Anim. Sci.* 85, 2788-2800.
62. Reddy S.G. & Heuty A., 2006, Achieving the millennium development goals: What's wrong with existing analytical models?, DESA Working Papers 30, ST/ESA/2006/DWP/30 United Nations, Department of Economics and Social Affairs, 30 p. (Available at http://www.un.org/esa/desa/papers/2006/wp30_2006.pdf)
63. Rogo K.O., Ouchou J. & Mwalali P., 2006, Maternal Mortality. Chapter 16. In: Disease and mortality in Sub-Saharan Africa. 2nd edition. Jamison DT, Feachem RG, Makgoba MW, et al., editors. Washington (DC): World Bank; 2006. 416 p.

64. Roubenoff R., 2000, Acquired immunodeficiency syndrome wasting, functional performance, and quality of life. *Am. J. Manag. Care*, 6, 1003-1016.
65. Rowland M.G., Cole T.J. & Whitehead R.G., 1977, A quantitative study into the role of infection in determining nutritional status in Gambian village children. *Br. J. Nutr.* 37, 441-450.
66. Sayed A.R., Bourne D., Pattinson R., Nixon J. & Henderson B., 2008, Decline in the prevalence of neural tube defects following folic acid fortification and its cost-benefit in South Africa. *Birth Defects Res. A Clin. Mol. Teratol.* 2008 Apr; 82, 4, 211-6.
67. Schaer K., 2010, Les abeilles, forçats de la pollinisation. *Journal la Liberté* du 1^{er} avril 2010 (Disponible http://www.tsr.ch/xobix_media/files/tsr/docs/2010/histoirevivante_je010410.pdf)
68. SCN (UN Standing Committee on Nutrition) 2004, 5th report on the world nutrition situation. Nutrition for improved development outcomes. Geneva, Switzerland. 142 p (Disponible à <http://www.unscn.org/layout/modules/resources/files/rwns5.pdf>).
69. Scoones I. & Wolmer W., 2006, Livestock, disease, trade and markets: policy choices for the livestock sector in Africa. IDS Working Paper 269. Imagedata Group, Brighton UK, 55 p.
70. Shankar A. & Prasad A., 1998, Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 447S-63.
71. Shiff C., Checkley W., Winch P., Premji Z., Minjas J. & Lubega P., 1996, Changes in weight gain and anaemia attributable to malaria in Tanzanian children living under holoendemic conditions. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 90, 262-265.
72. Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M. & de Haan C., 2006, Livestock's long shadow - Environmental issues and options, FAO document, 390 p. (Available at www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.pdf)
73. Steinfeld H., Mooney H.A., Neville L.E., Gerber P. & Reid R., 2008, UNESCO-SCOPE-UNEP Policy Briefs Series. Livestock in a changing landscape. Policy Brief N° 6 – March 2008. UNESCO-SCOPE-UNEP, Paris, 6 p. (Disponible à http://www.icsu-scope.org/unesco/USUPB06_LIVESTOCK.pdf)
74. Suttmoller P. & Olascoaga R.C., 2003, The risks posed by the importation of animals vaccinated against foot and mouth disease and products derived from vaccinated animals: a review, *Office International des Epizooties Revue Scientifique et Technique*, 22, 3, 823-35.
75. Tacher G., Letenneur L. & Viallet D., 1997, Etude sur la compétitivité des filières de productions animales en Afrique subsaharienne et à Madagascar. Secrétariat d'Etat à la Coopération (Mission d'études, d'évaluation et de prospective)/CIRAD-EMVT/BDPASCETAGRI.-Paris/Montpellier, 142 p.
76. Tambi N.E., Maina W.O. & Ndi C., 2006, An estimation of the economic impact of contagious bovine pleuropneumonia in Africa. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 25, 3, 999-1012.
77. Thomas D. & Rangnekar D., 2004, Responding to the increasing global demand for animal products: implications for the livelihoods of livestock producers in developing countries. *In: Owen, E, Smith, T, Steele, MA, Anderson, S, Duncan, AJ. Herrero, M, Leaver, JD, Reynolds, CK, Richards, JI & Ku-Vera, JC (Eds), Responding to the livestock revolution: the role of globalisation and implications for poverty alleviation. British Society of Animal Science Publication 33, Nottingham University Press, pp.1-35.*
78. Thomas D. & Barton D., 1995, Interactions between livestock production systems and the environment: impact domain: crop-livestock interactions. Working Document Livestock and the Environment: Finding a Balance. FAO/World Bank/USAID. Rome
79. Thornton P.K., 2010, Livestock production: recent trends, future prospects. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 2853-2867.
80. Thornton P.K., Kruska R.L., Henninger N., Kristjanson P.M., Reid R.S., Atieno F., Odero A. & Ndegwa T., 2002, Mapping poverty and livestock in the developing world. International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya. 118 p.
81. UNEP, 2006, Ne désertez pas les zones arides. Faits et chiffres sur les déserts et la désertification. 3 p (Disponible à http://www.unep.org/wed/2006/downloads/PDF/FactSheetWED2006_fr.pdf)
82. UNICEF, 2009, La situation des enfants dans le monde 2009. La santé maternelle et néonatale. Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) Décembre 2008, 168 p.
83. Uri D. & Shimelse A., 2010, The transformation of world trade. *Policy Outlook. Carnegie* 20 p.
84. Van den Bossche P., Thys E., Elyn R., Marcotty T. & Geerts S., 2004, The provision of animal health care to smallholders in Africa: an analytical approach. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 23, 3, 851-861.
85. Van Lettow M., Kumwenda J.J., Harries A.D., Whalen C.C., Taha T.E., Kumwenda N., Kang'ombe C. & Semba R.D., 2004, Malnutrition and the severity of lung disease in adults with pulmonary tuberculosis in Malawi. *Int J Tuberc. Lung Dis.* 2004 Feb; 8, 2, 211-7.
86. Wilkie D.S., Carpenter J.F., 1999, Bushmeat hunting in the Congo Basin: an assessment of impacts and options for mitigation. *Biodiversity and Conservation*, 8, 927-955.
87. World Bank, 2008, HIV/AIDS, Nutrition and food security. What we can do. A synthesis of international guidances, Washington World Bank, 83 p.

A.L.M. Gbaguidi, Béninois, Médecin Vétérinaire, DESS en Toxicologie, CES Pathologie aviaire, Praticien privé, Assistant de recherche au laboratoire de recherche avicole et de zoéconomie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, Bénin.

D. Byakya Kikukama, Congolais, Médecin vétérinaire, Enseignant et Chercheur à l'Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR) de Kindu, Province du Maniema, RD Congo.

M. Djemal, Algérien, Médecin Vétérinaire, Membre du bureau d'hygiène communal, Direction des Services Agricoles et du développement rural, Wilaya de Bordj Bou Arreridj, Algérie.

F.J. Mougang, Camerounais, Médecin Vétérinaire, Service de Chirurgie-Reproduction, Ecole Inter Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire (EISMV) de Dakar, Sénégal.

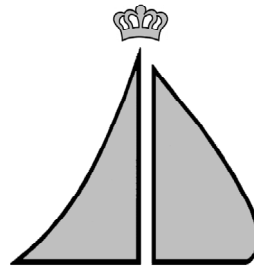
Carine Nyilimana, Rwandaise, Médecin Vétérinaire, Assistant Répétiteur, Institut Supérieur d'Agriculture et d'Elevage (I.S.A.E), Rwanda.

LES ACTIONS DE LA DGD

DGD'S ACTIVITIES

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOD

LAS ACTIVIDADES DEL DGD



KAOW - ARSOM

CONCOURS ANNUELS

ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES D'OUTRE-MER

En vue de promouvoir la recherche scientifique de haute qualité relative à des matières propres aux régions d'outre-mer, l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer organise des concours annuels. Des questions sur des sujets bien spécifiques sont formulées par chacune des trois Classes de l'Académie, à savoir la Classe des Sciences humaines, la Classe des Sciences naturelles et médicales et la Classe des Sciences techniques. Les ouvrages soumis aux concours annuels doivent être récents et inédits, atteignant au moins le niveau d'une thèse de PhD. Chaque ouvrage primé est doté d'un prix de 1000 EUR, qui sera majoré à 2500 EUR à partir de 2013.

YEARLY COMPETITIONS

ROYAL ACADEMY FOR OVERSEAS SCIENCES

In order to promote high-quality scientific research regarding subjects peculiar to overseas regions, the Royal Academy for Overseas Sciences organize yearly competitions. Questions on specific topics are put forward by each of the three Sections of the Academy, *i.e.* the Section of Human Sciences, the Section of Natural and Medical Sciences and the Section of Technical Sciences. The works submitted to yearly competitions should be recent and unpublished, reaching at least the level of a PhD thesis. Each award-winning work is granted a prize of 1,000 EUR, which will be increased to 2,500 EUR from 2013 onwards.

ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Questions du concours 2012

Première question. — On demande une étude sur les aspects sociolinguistiques et/ou linguistiques de la disparition de langues en Afrique, en Asie ou en Amérique latine.

2^e question. — On demande une étude inscrite dans la problématique des liens entre Etats, institutions (inter) nationales et rapports sociaux de genre dans les pays en développement.

3^e question. — On demande une étude sur l'exploitation des ressources alimentaires marines en région tropicale, compatible avec la préservation de la biodiversité.

4^e question. — On demande une étude de la biodiversité d'un groupe de plantes terrestres tropicales.

5^e question. — On demande une contribution à l'étude de la composition chimique, minéralogique et biologique des boues de dragage des fleuves tropicaux, y compris les estuaires et les zones portuaires, en vue de réduire le déversement des polluants à leur source et/ou de leur valorisation ou de leur stockage dans des conditions protégeant l'environnement de manière durable.

6^e question. — On demande une étude de faisabilité technico-économique sur tous les types d'énergie renouvelable susceptibles d'être appliqués dans les pays en voie de développement. L'étude inclura la description technique du ou des procédés envisagés et donnera l'estimation des coûts d'investissement, d'exploitation et d'entretien. Comment ces énergies peuvent-elles contribuer à la diminution de la déforestation et de l'usage du bois de coupe?

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Vragen voor de wedstrijd 2012

Eerste vraag. — Er wordt een studie gevraagd over de sociolinguïstische en/of linguïstische aspecten van het verdwijnen van talen in Afrika, Azië of Latijns-Amerika.

2de vraag. — Men vraagt een studie over het verband tussen Staten, (inter)nationale instellingen en genderrelaties in de ontwikkelingslanden.

3de vraag. — Men vraagt een studie over de exploitatie van de mariene voedselhulpbronnen in de tropen in overeenstemming met het behoud van de biodiversiteit.

4de vraag. — Men vraagt een biodiversiteitsonderzoek voor een tropische groep van de landplanten.

5de vraag. — Men vraagt een bijdrage aan de studie van de scheikundige, mineralogische en biologische samenstelling van slib dat uit tropische rivieren, met inbegrip van estuaria en havengebieden, wordt gebaggerd, met als doel het dumpen van verontreinigende stoffen aan de bron te beperken en/of het slib opnieuw te gebruiken op of te slaan met oog voor een duurzame bescherming van het milieu.

6de vraag. — Men vraagt een technisch-economische haalbaarheidsstudie over alle mogelijke types hernieuwbare energie die in de ontwikkelingslanden van toepassing kunnen zijn. De studie zal tevens een technische beschrijving van de weerhouden procédés omvatten en een schatting maken van de investerings-, exploitatie- en onderhoudskosten. Hoe kunnen deze energieën bijdragen tot de vermindering van de ontbossing en het gebruik van kaphout?

ROYAL ACADEMY
OF
OVERSEAS SCIENCES

Questions for the 2012 Competition

First question. — A study is requested on sociolinguistic and/or linguistic aspects of the disappearance of languages in Africa, Asia or Latin America.

2nd question. — A study is requested on the links between States, (inter) national institutions and gender relations in the developing world.

3rd question. — A study is requested on the exploitation of marine food resources in tropical regions, which would be compatible with the preservation of biodiversity.

4th question. — A study is requested on the biodiversity of a tropical group of land-adapted plants.

5th question. — A contribution is requested to the study of the chemical, mineral and biological composition of dredged material extracted from tropical riverbeds, including estuaries and harbour areas, so as to reduce pollutant dumping at their source and/or re-use or store dredged material in such a way that the environment is protected on a permanent basis.

6th question. — A technical and economic study of feasibility is requested on all kinds of renewable energy sources that can be applied in developing countries. The study will include a technical description of all the considered processes and comprise an estimate of the investment, operating and maintenance costs. How may these energies contribute to the reduction of deforestation and/or the use of cutting wood?

Les ouvrages présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie avant le 1^{er} mars 2012.

De werken die voor de wedstrijd ingediend worden, moeten op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart 2012.

The studies must reach the secretariat of the Academy before 1st March 2012.

Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus au secrétariat de l'Académie, avenue Louise 231, B-1050 Bruxelles (Belgique).

Bijkomende inlichtingen kunnen verkregen worden op het secretariaat van de Academie, Louizalaan 231, B-1050 Brussel (België).

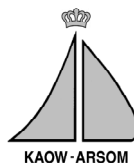
Additional information may be obtained from the secretariat of the Academy, avenue Louise 231, B- 1050 Brussels (Belgium).

☎ - en Belgique
02.538.02.11
☎ - de l'étranger
+32.2.538.02.11
Fax - en Belgique
02.539.23.53
- de l'étranger
+ 32.2.539.23.53
E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

☎ -in België
02.538.02.11
☎ - vanuit het buitenland
+ 32.2.538.02.11
Fax - in België
02.539.23.53
- vanuit het buitenland
+ 32.2.539.23.53
E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

☎ - in Belgium
02.538.02.11
☎ - from abroad
+32.2.538.02.11
Fax - in Belgium
02.539.23.53
- from abroad
+ 32.2.539.23.53
E-mail: kaowarsom@skynet.be
Web: <http://www.kaowarsom.be>

ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER



KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

Questions du concours 2013

Première question. — On demande une étude microsociale de l'impact des changements économiques sur les rapports hommes/femmes dans un pays en développement

2^e question. — On demande une recherche sur la gestion des risques naturels en milieu tropical.

3^e question. — On demande une étude sur la contribution des pays d'outre-mer aux ressources mondiales et au recyclage des éléments chimiques d'importance pour l'industrie de l'électronique.

Les ouvrages présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie avant le 1^{er} mars 2013.

Des renseignements complémentaires peuvent être obtenus au secrétariat de l'Académie, avenue Louise 231, B-1050 Bruxelles (Belgique).

☎ - en Belgique

02.538.02.11

☎ - de l'étranger

+32.2.538.02.11

Fax - en Belgique

02.539.23.53

- de l'étranger

+ 32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be

Web: <http://www.kaowarsom.be>

Vragen voor de wedstrijd 2013

Eerste vraag. — Men vraagt een microsociale studie over de impact van de economische veranderingen op de man-vrouwrelaties in een ontwikkelings-land.

2de vraag. — Men vraagt een onderzoek naar het beheer van natuurrisico's in een tropisch milieu.

3de vraag. — Men vraagt een studie over de bijdrage van de overzeese landen aan de wereld-grondstoffen en aan de recyclage van de zeldzame chemische elementen van belang voor de elektronische nijverheid.

De werken die voor de wedstrijd ingediend worden, moeten op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart 2013.

Bijkomende inlichtingen kunnen verkregen worden op het secretariaat van de Academie, Louizalaan 231, B-1050 Brussel (België).

☎ - in België

02.538.02.11

☎ - vanuit het buitenland

+ 32.2.538.02.11

Fax - in België

02.539.23.53

- vanuit het buitenland

+ 32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be

Web: <http://www.kaowarsom.be>

ROYAL ACADEMY
FOR
OVERSEAS SCIENCES



REAL ACADEMIA
DE
CIENCIAS DE ULTRAMAR

Questions for the 2013 Competition

- First question.** — A micro-social study is requested on the impact of economic changes on gender relations in a developing country.
- 2nd question.** — A research is requested on the management of natural risks in a tropical environment.
- 3rd question.** — A study is requested on the contribution of overseas countries to the world resources and the recycling of rare chemical elements important for electronics industry.

The studies must reach the secretariat of the Academy before 1st March 2013.

Additional information may be obtained from the secretariat of the Academy, avenue Louise 231, B- 1050 Brussels (Belgium).

☎ - in Belgium

02.538.02.11

☎ - from abroad

+32.2.538.02.11

Fax - in Belgium

02.539.23.53

- from abroad

+ 32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be

Web: <http://www.kaowarsom.be>

Temas Concurso 2013

- 1.** — Se pide un estudio microsocio del impacto de los cambios económicos sobre las relaciones hombre/mujer en un país en desarrollo.
- 2.** — Se pide una investigación sobre la gestión de los riesgos naturales en un ámbito tropical.
- 3.** — Se pide un estudio sobre la contribución de los países de ultramar para los recursos mundiales y el reciclado de los elementos químicos raros que son importantes para la industria electrónica.

Los estudios deben llegar a la secretaría de la Academia antes del primero de marzo de 2013.

Más información puede obtenerse por parte de la secretaría de la Academia, avenue Louise 231, B-1050 Bruselas (Bélgica).

☎ - In Bélgica

02.538.02.11

☎ - Del extranjero

+ 32.2.538.02.11

Fax - In Bélgica

02.539.23.53

- Del extranjero

+ 32.2.539.23.53

E-mail: kaowarsom@skynet.be

Web: <http://www.kaowarsom.be>

ERRATUM

In the previous edition of Tropicultura, on page 190 we mentioned erroneously that the first abstract was written by a laureate from Benin. The abstract, however, was written by the nominee from this country."



klimos & BE-REDD-I

KLIMOS Policy brief 1

The Undervalued Role of Ecosystem Carbon in Climate Change Mitigation



Intensive tree use in East-Java *Photo by B. Verbist*



Forest frontier *Photo by B. Muys*

Executive summary

- For **technical and political reasons** the role of ecosystem carbon has so far been undervalued in climate change mitigation negotiations.
- **Permanence** and **leakage** are an issue for **ALL** greenhouse gas emissions, not only for ecosystem carbon, like forests.
- Since 2005 ecosystem carbon is prominently back at the UNFCCC negotiations, although its exclusion from past agreements is still in force.
- REDD (Reduced Emissions from Deforestation and Degradation) holds huge **socio-economic opportunities** to reward the preservation of ecosystem carbon in developing countries.
- **Development Aid** can play a crucial role in preparing developing countries to make **REDD pro-poor and development oriented**.

Introduction

The growing levels of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere are now directly and unequivocally linked with changes to the global climate (5). Among the anthropogenic sources of GHG the conversion of natural forests and woodlands, particularly in the tropics, is estimated to account for 12-18% (5, 14).

It is therefore remarkable that the Kyoto protocol only accepts aff-/reforestation of the ecosystem carbon pool under the Clean Development Mechanisms and does not consider initiatives to halt deforestation. In 2001 the European Emissions Trading Scheme (ETS) – by far the most important carbon market of the world – excluded all ecosystem carbon emissions from forest, agriculture, peatland and any other land use. The reasons to do this were both technical and political.

Technical reasons

For reasons of permanence and leakage it was claimed that ecosystem carbon could not function as an effective sink (6, 9).

Permanence

How can we make sure that a forest area conserved today will not be destroyed tomorrow through e.g. drought, pest or fire? At least three arguments can be presented against the categorical distinction between reduction of fossil emissions and carbon management in ecosystems:

1. Given the finiteness of fossil fuels, it is likely that they will anyway end up in the atmosphere over the long run. Reduced fossil fuel use today preserving a part of the reservoirs of coal, oil and gas, carries the risk of exploitation and consumption in the future. The question of permanence is therefore **not limited to forest carbon only**.
2. Even if ecosystem carbon sequestration would be **temporary**, it will still have a positive climate mitigation effect (see the 'ton-year approach' discussed below).
3. To deal with permanence it is important that one party assumes liability for both fossil fuel and ecosystem carbon stocks. Non-permanence may then still be a threat, but its damaging effects to the atmosphere can then be compensated for. Dutschke and Angelsen (1) present a list of mechanisms to deal with the permanence issue under REDD, which in fact also applies to ecosystem carbon:
 - a. **Temporary crediting** is being applied under the aff-/reforestation (A/R) clean development mechanism (CDM). Depending on the specific agreement, emissions reductions have to be either recertified or reverified after five years in order for the credit to remain valid. Temporary crediting thus creates a future debit, independently of the fate of the carbon stocks built up.
 - b. The so-called '**ton-year approach**' was discussed in the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Special Report on Land Use, Land-Use Change and Forestry (15). It departed from the ideas that (i) the present value of mitigation is higher today than the same mitigation effect tomorrow, and that (ii) there is a limited residence time of CO₂ in the atmosphere. The combination of human time preference and the natural decay period led various authors (4, 10) to the calculation of an 'equivalence period', after which forestry mitigation could be considered permanent. With an equivalence period of 100 years, keeping 100 tons of CO₂ out of the atmosphere over 1 year would be equivalent to 1 ton of CO₂ permanently removed.
 - c. With **project credit buffers** only a certain share (e.g. 50%) of the credits generated is sold, while the remainder is held in an escrow account for a predetermined period. A proportion of these credits are liberated as the guarantee period ends and when no losses have occurred.
 - d. With **risk pooling** several projects maintain a joint credit buffer, thus minimising the risk of damages occurring simultaneously and allowing individual project buffers to be smaller than non-pooled project credit buffers.
 - e. **Insurance** is an advanced version of risk pooling through a third-party insurer. The risk premium is paid in emission reduction units. In case of a damage event, the insurance company replaces credits lost by the ones held in stock.
 - f. Another option is a **shared liability** or forest compliance partnership (FCP) where developed countries would bear a share of the liability for the permanence of REDD credits. The FCP suggests that a developed country receives preferential access to REDD credits for compliance if it shares the liability.

Several combinations of the above options are possible, illustrating that permanence can be dealt with.

Leakage

Forest protection or reforestation in one area is completely ineffective if it stimulates deforestation in another area. E.g. leakage could occur if slash-and-burn farmers simply move and cut another part of the forest outside a newly established national park. Carbon emissions are perfectly fungible: to reduce emissions to the atmosphere it does not matter where the carbon emission reduction is happening. Globally, fossil fuel emissions increased by 29% between 2000 and 2008 (7).

For many years only the production of CO₂ emissions was considered, creating the impression that Annex B countries were successful in curbing the increase of their emissions (Figure 1a). However, Figure 1b illustrates that the increasing emission contributions from emerging economies are not only due to e.g. the increased use of coal, but also to the production for international trade of goods and services. An increasing share of carbon emissions from developed countries has thus been outsourced to non-Annex B countries that are not bound by the Kyoto protocol (12). This illustrates that leakage is not uniquely reserved for ecosystem carbon.

Political reasons

National governments and non-governmental organizations (NGO's) have taken varying positions on mitigation measures such as planting trees and avoiding deforestation (3). Major European environmental NGOs such as Greenpeace (8) and Friends of the Earth-UK (11) published reports in which both planting trees and reducing tropical deforestation were put forward as high priorities in the fight against global warming. However, soon after the Kyoto Protocol was signed in December 1997, the European governments and Europe-headquartered NGO's would abruptly turn against all forms of "sinks", including avoiding tropical deforestation.

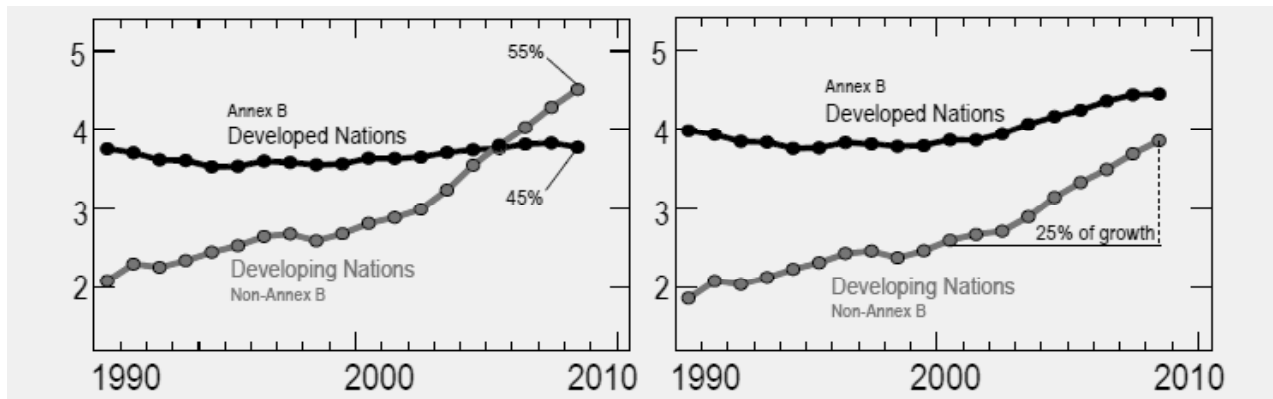


Figure 1: (a) Production and (b) consumption of CO₂ emissions (Pg C/year) in Annex B and non-Annex B countries (7). The difference is largely due to embodied trade.

Free riding?

The motivation of European NGO's was not only resentment of the United States for its foreign policies, including that country's role as the largest single emitter of greenhouse gases and its repeated obstruction of progress in climate negotiations (3), but also the fear for free riding. Free riding refers to the idea that first world countries might buy their way out rather than make a transition themselves towards a low-carbon economy.

The March 2001 withdrawal of the Bush administration from the negotiations for the Kyoto Protocol's first commitment period (2008-2012) led to reactions of disappointment, not only from many European NGO's, but also from the remaining countries.

Economic competition

For European governments a different agenda became dominant: "If the doors could be effectively closed to purchase of significant quantities of carbon credits from projects in developing countries, then the United States would be forced to sharply increase its domestic fossil fuel prices in order to reduce emissions to the quota agreed in Kyoto, thereby levelling the competitive playing field with Europe (3). At the UNFCCC session in Bonn in July 2001 avoided deforestation for credit under the CDM was ruled out (3).

Sovereignty

Countries like Brazil felt that their sovereignty – and rightful development - could come under threat by accepting carbon funds for tropical forests to be kept as carbon sink.

Why the current change in attitude?

The Coalition of Rainforest Nations has been successful in highlighting the importance of tropical forest since the international climate change negotiations in Montréal in December 2005 (COP-11). Sovereignty issues are less of an issue now that Brazil has its own REDD proposals. Influential reports (2, 13) indicate that it will not be possible to keep temperature increases below 2 °C without addressing GHG produced from land-use change.

Conclusions

Ecosystem carbon emissions and mitigation cannot be left out of the carbon equation and should be part of future climate agreements. Growing consensus on this point amongst the UNFCCC parties (including the support of 15 developing countries) has resulted in the recent COP-16 agreement which confirms REDD as the way forward. However, insufficient progress was made on the framework to execute the program. To avoid leakage, the justified call for monitoring, reporting and verification (MRV) for ecosystem carbon should also be applied to the other (fossil fuel) emissions and be applied at a global scale.

Implications for development aid

Development aid could help to acquire the needed capacity for improved ecosystem carbon management by integrating **research and capacity building** in planned programs on increased food security, better land use management and poverty reduction.

Investments can be made in increased institutional capacity of the relevant ministries (energy, environment forestry, agriculture, economics,...) of individual countries in a learning-by-doing mode. Both government administrations and the private sector in Annex-B countries could be encouraged to participate in pilot projects to ensure that REDD is pro-poor and development oriented. The COP-16 REDD agreement states that these and other safeguards should be promoted and supported, but fails to specify how they should be effectively

operationalized. More case studies to test various approaches will be needed. Universities from both North and South could make significant contributions to this effort.

Literature

1. Dutschke M. & A. Angelsen, 2008, How do we ensure permanence and assign liability? Moving ahead with REDD: issues, options and implications. A. Angelsen. Bogor, Indonesia, CIFOR: 77-85.
2. Eliasch J., 2008, Climate change: financing global forests, UK Office of Climate Change.
3. Fearnside P., 2006, Mitigation of climatic change in the Amazon. Emerging threats to tropical forests. F. Laurance and C. Peres. Chicago, University of Chicago Press: 353-376.
4. Fearnside P.M., 2002, Time preference in global warming calculations: a proposal for a unified index. *Ecological Economics* 41(1): 21-31.
5. IPCC, 2007, Summary for policymakers. Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change. S. Solomon, D. Qin, M. Manning *et al.* Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., Cambridge University Press.
6. Kirschbaum M., 2006, Temporary carbon sequestration cannot prevent climate change. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 11(5): 1151-1164.
7. Le Quéré C., Raupach M.R., Canadell J.G., Marland G., Bopp L., Ciais P., Conway T.J., Doney S.C., Feely R.A., Foster P., Friedlingstein P., Gurney K., Houghton R.A., House J.I., Huntingford C., Levy P.E., Lomas M.R., Majkut J., Metz N., Ometto J.P., Peters G.P., Prentice I.C., Randerson J.T., Running S.W., Sarmiento J.L., Schuster U., Sitch S., Takahashi T., Viovy N., van der Werf G.R & Woodward F.I., 2009, Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. *Nature Geoscience* 2(12): 831-836.
8. Leggett J., 1990, Global warming: the Greenpeace report. Oxford, U.K, Oxford University Press.
9. Meinshausen M. & Hare B., 2002, Temporary sinks do not cause permanent climatic benefits. Achieving short-term emissions reduction targets at the future's expense, Greenpeace Background Paper: 7.
10. Moura Costa P. & Wilson C., 2000, An equivalence factor between CO₂ avoided emissions and sequestration: description and applications in forestry. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 5(1): 51-60.
11. Myers N., 1989, Deforestation rates in tropical forests and their climatic implications. Friends of the earth. London, U.K.
12. Peters G.P. & Hertwich E.G., 2008, CO₂ embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology* 42(5): 1401-1407.
13. Stern N., 2006, Stern review of the economics of climate change, Her Majesty's Treasury, United Kingdom.
14. van der Werf G.R., Morton D.C., DeFries R.S., Olivier J.G.J., Kasibhatla P.S., Jackson R.B., Collatz G.J. & Randerson J.T., 2009, CO₂ emissions from forest loss (vol 2, pg 737, 2009). *Nature Geoscience* 2(12): 829-829.
15. Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N., Verardo D.J. & Dokken D.J., 2000, Land use, land-use change, and forestry: a special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Cambridge University Press: 375.

KLIMOS is an interdisciplinary and interuniversity **research platform** working on **climate change adaptation** and **mitigation** in **development aid**.

The KLIMOS Policy Brief is a publication of KLIMOS, Celestijnenlaan 200E, 3000 Leuven, Belgium.
www.kuleuven.be/klimos

The opinions expressed in this Policy Brief are those of the authors and are not those of KLIMOS.

Acknowledgement

The authors are grateful for the funding they received by KLIMOS and the Belgian Science Policy Office (BELSPO) for the BE-REDD-I project.

Correct citation: Verbist, B., Moonen P. & Muys, B., 2011. The undervalued role of ecosystem carbon in climate change mitigation. KLIMOS-Policy Brief 1, KLIMOS, Leuven.

Cover photo: Intensive tree use in East-Java *Photo by B. Verbist*; (b) Forest frontier *Photo by B. Muys*

26TH SOIL SCIENCE SOCIETY OF EAST AFRICA CONFERENCE

on theme “*Strategic Management of Soil Resources to Mitigate Climate Change for a Prosperous East Africa Region*” 21st – 25th November 2011 in Jinja, Uganda



SECOND CALL FOR TITLES & ABSTRACTS

The 26th Annual Conference of the Soil Science Society of East Africa (SSSEA) will be held on **21-25th November 2011** in Jinja town, Uganda. The event will draw participants from research organizations, Universities, non-governmental organizations and farmers' groups and international soil related organizations operating in the East African region. Following the integration of eastern African community, participants from Burundi and Rwanda are by default members but will be formally admitted to SSSEA during the SSSEA general meeting that will sit at the end of the 26th SSSEA Conference.

The Conference will be preceded by a regional training course on **Integrated Soil Fertility Management (ISFM)**. More details will be announced by Dr. Mary Silver Rwakaikara or she can be directly contacted on Tel: +256-777-238178; marysilv@agric.mak.ac.ug or contact SSSEA Secretariat, Uganda Chapter.

There will also be symposiums on Land resources research in the Lake Victoria Basin and Below Ground Biodiversity during the conference.

CONFERENCE THEME

The theme of the Conference will be: “**STRATEGIC MANAGEMENT OF SOIL RESOURCES TO MITIGATE CLIMATE CHANGE FOR A PROSPEROUS EAST AFRICA REGION**”. The Conference will be organized under the following sub-themes:

- SF11: Soil Fertility Management and Agricultural Productivity
- SW11: Management of Soil and Water for Sustainable Land Productivity
- CB11: Strengthening Capacity Building in mitigating climate change
- RT11: Research and Technology Transfer for Improved Agroecosystems Management
- SP11: Socio-economic and Policy issues in Soils and Environment Management
- BD 11: Biodiversity and environmental quality management
- LR 11: Land Resources Characterization, Assessment and Use Planning

All intending participants are requested to electronically **submit paper title before End of August, 2011** through the contacts below. Titles will be used for booking slots on the conference program. **Abstracts** and full papers can be submitted either as a hard copy or electronic version as e-mail attachment **by end of August, 2011**. We are currently updating the society website and on-line submission will be possible after April, 2011. Authors should indicate the appropriate sub-theme for a submission using the codes. **Deadline for submission of full papers is Friday 30th September, 2011.**

CONTACTS

Send your title/abstract/paper/posters to

Dr. John Baptist Tumuhairwe
SSSEA Secretariat, Uganda Chapter,
Department of Soil Science
P.O. Box 7062, Kampala, Uganda
jbtumuhairwe@agric.mak.ac.ug
and SSSEAUganda@agric.mak.ac.ug
Tel. +256-772-463092/702-463092

Dr. Isabirye Moses

Chairman SSSEA
Isabiryemoses@yahoo.com

GUIDELINES FOR WRITING PAPERS

Presenters are required to prepare their papers or posters using the following outline:

- Title author name(s), contact address
- Abstract (maximum 250 words)
- Introduction
- Materials and methods
- Results and discussion
- Conclusions
- Acknowledgements
- References

PAPERS AND POSTERS PREPARATION

Papers Format

Full papers should be 10 to 15 pages, double spacing (including Tables, Figures and References), typed using MS-Word, Font size 12 pts (Times New Roman).

Posters Format

Poster size should be of dimension A0 (841mm x 1189mm), upright format and should be legible from at least 5 m distance. Please note that the organizers are not able to provide a printout of posters.

MID-CONFERENCE EXCURSION

A mid conference excursion/tour will be held. More details on the tour will be given in the 2nd announcement.

REGISTRATION

A registration fee of US\$ 120 will be charged to cater for the conference and mid-conference excursion. Registration will be done on Sunday, 20th November, 2011 starting at 3.00 p.m.

ACCOMMODATION

Jinja town is 70 km Southeast of Kampala on the northern shores of Lake Victoria. It is easily accessed on the way to Kampala from Busia or Tororo for those who may travel by road from Kenya. There are several Hotels in Jinja town, ranging from US\$ 10 – 150 per day. For more information, please contact the organisers.

SOCIETY MEMBERSHIP

For new membership and annual subscription fee (US\$ 10 and US\$ 5 for students) please contact the following:

C. K. Ssali (Treasurer, SSSEA)
Makerere University, Department of Soil Science
P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.

Mrs. Frida Maina (Treasurer, SSSEA)
Regional Treasurer, Kenya
P.O. Box 14733, Nairobi, Kenya.
E-mail: kss@iconnect.co.ke
Tel. 02-4440903

Dr. F. B. R. Rwehubiza
Regional Treasurer, Tanzania
Sokoine University of Agriculture
P.O. Box 3008, Morogoro, Tanzania
E-mail: soil@suanet.ac.tz

ORGANISATION

Nature de l'entité responsable de la publication et objet de la revue TROPICULTURA

Agri-Overseas a.s.b.l. est une association créée dans le but d'établir des relations professionnelles d'intérêts communs entre tous ceux qui oeuvrent pour le développement rural outre-mer. Elle publie la revue scientifique et d'information «Tropicultura» consacrée aux problèmes ruraux dans les pays en développement. Cette revue est éditée trimestriellement avec le soutien financier de la Direction Générale de la Coopération au Développement (D.G.D.), Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur et Coopération au Développement, et celui de la région Bruxelles-Capitale. Elle bénéficie du patronage scientifique de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique (ARSON), du soutien du Conseil interuniversitaire de la Communauté française de Belgique (CIUF) et du Vlaamse Interuniversitaire Raad (VLIR).

Agri-Overseas a.s.b.l. se compose de membres individuels et des institutions belges suivantes: l'Académie Royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique (ARSON), la Commission universitaire pour le Développement du Conseil Interuniversitaire de la Communauté française de Belgique (CUD-CIUF), l'instance de Coopération Universitaire au Développement du Conseil Interuniversitaire de la Communauté Flamande (VLIR-UOS), les quatre Facultés en Sciences agronomiques de Belgique, (Liège/Gembloux, Gent, Leuven et Louvain-La-Neuve), les deux Facultés en Médecine vétérinaire (Gent et Liège), le Département de Santé animale de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Antwerpen), la Section Interfacultaire d'Agronomie de l'Université Libre de Bruxelles, les Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), le Département des Sciences et gestion de l'environnement de l'Université de Liège (Arlon), et la Direction Générale de la Coopération au Développement.

Conseil d'administration

Le conseil d'administration d'Agri-Overseas a.s.b.l. est composé du Professeur Dr J. Vercruyse, Président; du Professeur Dr Ir G. Mergeai, Administrateur Délégué; du Dr E. Thys, Secrétaire; du Professeur Dr B. Losson, Trésorier; du Professeur J. Bogaert, membre représentant du CIUF; du Dr S. Geerts, membre représentant de l' ARSON; du Professeur R. Merckx, membre représentant du VLIR et du Professeur Honoraire Dr Ir J. Hardouin, membre.

Comité de rédaction

Le comité de rédaction de Tropicultura est constitué du Professeur Dr Ir G. Mergeai, Rédacteur en Chef, et des Rédacteurs délégués suivants: le Professeur Ch. De Cannière pour «la Sylviculture, l'écologie du paysage et de systèmes de production végétale», le Professeur Dr J.-P. Dehoux pour «la Production animale et le Gibier», le Dr D. de Lame pour la Sociologie, le Professeur Honoraire Dr Ir F. Malaise pour la «Foresterie et l'Ecologie», le Professeur Emerite Dr J.-C. Micha pour «les Pêches et la Pisciculture», le Professeur Dr Emerite Ir E. Tollens pour «l'Economie rurale», le Professeur Dr Ir P. Van Damme pour «l'Agronomie», le Professeur Dr E. Van Ranst pour les «Sciences du sol», le Professeur Dr J. Vercruyse et le Dr E. Thys pour «la Santé Animale» et l' Ir F. Maes, Collaborateur scientifique. Le secrétariat traite directement les autres sujets relevant de la compétence de la revue (Agro-industrie, systèmes de production, etc...).

Secrétariat de rédaction

11, Rue d'Egmont, B- 1000 Bruxelles – Belgique
Téléphones: ++32.02.540 88 60/ 61; Fax.: ++32.02.540 88 59
Email: ghare.tropicultura@belgacom.net / mjdesmet.tropicultura@belgacom.net /
Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les thèmes des articles publiés dans Tropicultura concernent tout ce qui touche au développement rural et à la gestion durable de l'environnement des régions chaudes de la planète. La priorité est donnée aux articles présentant des sujets originaux, ayant une portée la plus large possible, c'est-à-dire dont le contenu concerne surtout des aspects méthodologiques transposables dans une large gamme d'environnements et de régions du monde. Un accent tout particulier est également mis sur la fiabilité des informations publiées, c'est-à-dire, quand il s'agit de résultats expérimentaux, sur le nombre de répétitions des essais, dans le temps et dans l'espace, qui sont à l'origine des données obtenues.

Les manuscrits seront inédits et n'auront pas été soumis pour publication antérieurement ou simultanément. Ils peuvent être rédigés en une des quatre langues suivantes: anglais, espagnol, français et néerlandais. Les manuscrits sont à adresser au rédacteur en chef par la poste, en trois exemplaires, sous forme de document papier, ou, directement à l'adresse électronique du Secrétariat de rédaction, sous forme de fichiers attachés. Ils seront rédigés en simple face, en double interligne (27 lignes de 60 caractères par page de format DIN A4), avec une marge de 3,5 cm minimum autour de la plage imprimée. Ils comporteront au maximum dix pages de texte (page de couverture, résumés et références bibliographiques non compris).

La page de couverture portera: le titre, le titre abrégé (maximum 55 caractères), les noms et prénoms complets des auteurs, l'adresse professionnelle complète de chacun, les remerciements éventuels. Le nom de l'auteur - correspondant sera marqué d'un «*» et son adresse complétée de ses numéros de téléphone et télécopie, et de son adresse électronique.

Les pages suivant la page de couverture présenteront: (i) les résumés (max. 200 mots) dans la langue du manuscrit et en anglais, précédés du titre traduit et suivis de maximum six mots-clés dans chacune des deux langues; (ii) le corps du texte; (iii) la bibliographie; (iv) seuls trois tableaux numérotés au moyen de chiffres arabes seront admis, (v) les illustrations identifiées sans ambiguïté par un numéro au verso, (vi) les légendes des tableaux et des illustrations. Toutes les pages seront numérotées en continu. Seules trois figures, dessinées de façon professionnelle, seront acceptées. Les photographies seront fournies non montées, bien contrastées sur papier brillant.

Seuls, les coauteurs ayant manifesté par écrit leur accord pour que leur nom figure dans un manuscrit apparaîtront dans la version finale de l'article publié dans Tropicultura. Les accords écrits des coauteurs concernant ce point pourront être transmis au Comité de rédaction sous forme de courrier postal ou électronique. L'agrément de l'organisme de tutelle des auteurs est supposé acquis pour toute publication paraissant dans Tropicultura. Agri-Overseas décline toute responsabilité en cette matière.

La première soumission d'un article à la rédaction pourra se faire sous forme imprimée ou sous forme électronique.

Dans la mesure du possible, après acceptation de l'article pour publication, l'auteur fournira sa dernière version, revue et corrigée, sur disquette (ou sous forme de fichier attaché). Le logiciel Word est recommandé mais une version ASCII ou RTF des fichiers est acceptée.

Le texte sera généralement divisé en introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion, conclusions. La subdivision du texte ne dépassera pas deux niveaux. Les sous-titres, très concis, seront composés en minuscules et ne seront jamais soulignés.

Les références seront citées dans le texte au moyen de numéros placés entre parenthèses. En cas de citation de plusieurs références, leurs numéros se succéderont par ordre croissant.

Les références bibliographiques seront données par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par ordre chronologique pour un auteur donné. Elles seront numérotées en continu en commençant par le chiffre 1.

Pour les articles de revues, les références comprendront: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'article dans la langue d'origine, le nom de la revue, le numéro du volume souligné, les numéros de la première et de la dernière page séparés par un tiret.

Exemple: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion. Int. Rev. Cytol. 33, 157-222.

Pour les monographies, les éléments suivants sont essentiels: les noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, l'année de publication, le titre complet de l'ouvrage, le nom de l'éditeur, le lieu d'édition, la première et la dernière page du chapitre cité, le nombre total de pages de l'ouvrage. Les comptes rendus de conférences sont traités comme des monographies; de plus, ils mentionneront si possible le lieu, la date de la réunion et le(s) éditeur(s) scientifique(s).

Exemple: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay-Sachs disease a prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders pp 613-632, in: B.W. Volks & S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders, Plenum, New-york, 205 p.

Le comité de rédaction se réserve le droit de refuser tout article non conforme aux prescriptions ci-dessus.

Les articles sont soumis à un ou plusieurs lecteurs choisis par la rédaction et ces lecteurs restent anonymes pour les auteurs.

En cas d'acceptation de l'article, la rédaction exigera un engagement des différents auteurs à céder leurs droits de publication à Tropicultura.

TROPICULTURA

2011 Vol. 29 N° 1

Four issues a year (January- February- March)

CONTENTS

EDITORIAL

Jatropha curcas: Miraculous Plant or Tree of the Devil ? (in English and in French)

G. Mergeai 1

ORIGINAL ARTICLES

Comparative Study of the Profitability of Two Types of Bee Farming in the North West Cameroon (in French)

A.S. Tsafack Matsop, G. Muluh Achu, F. Kamajou, Verina Ingram & M. Vabi Boboh 3

Evolution of Fishing on Lake Ayame since the Deportation of Non National Fishermen (Ivory Cost) (in French)

A.F. Vanga 8

Yield and Economics of Plantain Production under Six Weed Management Systems in a Derived Savanna Agro-Ecosystem (in English)

B.C. Echezona, K.P. Baiyeri & F.D. Aindigh 14

Impact of Poultry Manure on Growth Behaviour, Black Sigatoka Disease Response and Yield Attributes of Two Plantain (*Musa* spp. AAB) Genotypes (in English)

S.C. Aba, K.P. Baiyeri & A. Tenkouano 20

Analysis of the Role of Plant Resources Harvested from Kigwena and Rumonge Forests, Burundi (in French)

P. Hakizimana, T. Masharabu, F. Bangirinama, Bernadette Habonimana & J. Bogaert 28

Combined Effect of *Thitonia diversifolia* Leaves and Inorganic Fertilizers on Maize Grain Yield and Soil Properties of a Central Cameroon Acrisol (in French)

F. Kaho, M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet & J.C. Tchantchaouang 39

TECHNICAL NOTES

Livestock, a Catalyst for Achieving the Millennium Development Goals (in French)

A.L.M. Gbaguidi, D. Byakya Kikukama, M. Djemal, F.J. Mougang & Carine Nyilimana 46

DGD'S ACTIVITIES 55

TROPICULTURA IS A PEER-REVIEWED JOURNAL INDEXED BY AGRIS, CABI, SESAME AND DOAJ

With the support of
THE BELGIAN
DEVELOPMENT COOPERATION 



Con el apoyo de
LA COOPERACIÓN BELGA
AL DESARROLLO 