

TROPICULTURA

2012 Vol. 30 N°1

Trimestriel (janvier- février- mars)

Driemaandelijks (januari- februari- maart)

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



Elevage intensif de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en cages flottantes sur le fleuve Mékong au Vietnam. J. -C. Micha, 2003.

Editeur responsable/Verantwoordelijke uitgever: J. Vercruysse
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

Dear Readers, Chers Lecteurs, Beste Lezers, Queridos lectores

G. Mergeai 1

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Connaissances endogènes et études phytochimiques de *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.)

Endogene kennis en fytochemische studie van *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.)

Conocimientos endógenos y estudios fitoquímicos de *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.)

Micheline Agassounon Djikpo Tchibozo, A. Savadogo, D.S. Karou, F. Toukourou & C. de Souza 3

Microbiological Composition, Processing and Consumer's Characteristics of Adjuevan, a Traditional Ivorian Fermented Fish
Composition microbiologique, caractéristiques de la fabrication et de la consommation de l'adjuevan, un poisson fermenté traditionnel ivoirien

Microbiologische samenstelling, kenmerken van de vervaardiging en profiel van de verbruikers van adjuevan, een Ivoiriaanse traditioneel gegiste vis

Composición microbiológica, características de la fabricación y del consumo del adjuevan, un pez fermentado tradicional marfileño

Rose Koffi-Nevry & Marina Koussémon 9

Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences

Germinatie en vegetatieve ontwikkeling van de zaadkiemen van piment (*Capsicum annum* L.) na opslag in verschillende verpakkingsmaterialen

Viabilidad y desarrollo vegetativo de las plántulas del pimiento (*Capsicum annum* L.) según diferentes materiales de condicionamiento de las semillas

J. Segnou, Amougou Akoa & E. Youmbi 15

Effet de *Panicum maximum* sur la productivité des femelles primipares durant le cycle de reproduction chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.)

Effect van *Panicum maximum* op de productiviteit van primipare wijfjes tijdens de voortplantingscyclus van de cavia (*Cavia porcellus* L.)

Efecto de *Panicum maximum* en la productividad de las hembras primíparas a lo largo del ciclo de reproducción en la cobaya (*Cavia porcellus* L.)

N'Goran D.V. Kouakou, E. Thys, M. Danho, E. Nogbou Assidjo & J.-F. Grongnet 24

Labour Arrangements in Cassava Production in Oyo State, Nigeria

Arrangements de travail dans la production de manioc dans l'État d'Oyo, Nigeria

Werkovereenkomsten in de maniokproductie in de Oyo-Staat, Nigeria

Arreglos de trabajo en la producción de mandioca en el Estado de Oyo, Nigeria

N. Abila 31

Analysis of the Technical Efficiency of Small-holder Cocoyam Farms in Ondo State, Nigeria

Analyse de l'efficacité technique des fermes du taro à l'échelle faible dans l'état d'Ondo, Nigeria

Analyse van de technische efficiëntie van kleinschalige taroproducerende boerderijen in de Ondo Staat, Nigeria

Análisis de la eficacia técnica de las granjas del taro en escala débil en el estado de Ondo, Nigeria

O.I. Baruwa & J.T.O. Oke 36

Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin

Ethnobotanische studie van vezelrijke woudsoorten uit het moeraswoud van Agonvè en omliggende gebieden in Benin

Estudio etnobotánico de los recursos forestales leñosos de la selva pantanosa de Agonvè y los territorios conexos a Benín

M.E. Dossou, G.L. Houessou, O.T. Loubégnon, A.H.B. Tenté & J.T.C. Codjia 41

Evaluation nutritionnelle comparative des fruits de trois hybrides de bananiers (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) avec ceux de la variété Orishele

Voedingswaarden van de vruchten van drie hybride banaanbomen (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) vergeleken met die met de Orishele variëteit

Evaluación nutricional comparativa de los frutos de tres híbridos de plátanos (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) con éstos de la variedad Orishele

K.A. Kouadio Kouakou, S. Coulibaly, Louise Ocho-Anin Atchibri, G. Kouamé & A 49

Value Added and Equity in the Smallholder-produced Teak (*Tectona grandis* L.f.) Poles Value Chain in Southern Benin

Valeur ajoutée et équité dans la chaîne de valeur des perches de teck (*Tectona grandis* L.f.) au Sud Bénin

Toegevoegde waarde en rechtvaardigheid in de waardeketen van teak (*Tectona grandis* L.f.) geproduceerd door kleinschalige boeren in zuid Benin

Valor añadido y equidad en la cadena de valor de las varas de teca (*Tectona grandis* L.f.) en Benín del Sur

A.K.N. Aoudji, A. Adégbidi, S. Akoha, V. Agbo & P. Lebailly 55

LES ACTIONS DE LA DGD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGD/LAS ACTIVIDADES DE LA DGD 61

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 únicamente la responsabilidad de los autores

EDITORIAL

EDITORIAAL

EDITORIALES

Dear Readers,

After supporting us for over 30 years, the Belgian Directorate General for Development Cooperation (DGD) has decided to drastically reduce its contribution towards the publication of this year's Tropicultura (2012) and will be withdrawing its support altogether from 2013.

This decision is linked to the DGD's plans to restructure and increase the effectiveness of all its activities. For this reason, the DGD no longer wishes to fund future initiatives that do not represent a sufficient critical mass. Unfortunately, the Tropicultura publication falls within this category. This decision, which we greatly regret, therefore has nothing to do with the scientific quality of our magazine.

In order to cope with this reduced budget, we have decided to cease publishing and sending paper copies starting from No. 30-2. We still hope to identify a solution, however, in order to continue publishing Tropicultura after 2013.

The edition that you have before you is therefore the last that you will receive in the post. All subsequent editions will be accessible directly on the magazine's website via the link: <http://www.tropicultura.org/content/>

Of course, we will keep you informed of how the situation develops. At the same time, I would like to reassure the relevant authors that all articles submitted to the magazine will be prepared for publication.

This marks the start of a chapter and we trust that the subsequent pages will not remain blank.

Guy Mergeai
Editor-in-chief

Chers Lecteurs,

Après plus de 30 ans de soutien, la coopération belge au développement (DGD) a décidé de réduire drastiquement sa contribution à la publication de Tropicultura cette année (2012) et d'arrêter totalement celle-ci à partir de 2013.

Cette décision est liée à la volonté de la DGD de restructurer l'ensemble de ses activités de manière à assurer une plus grande efficacité de celles-ci. Dans ce sens, la DGD ne souhaite plus financer à l'avenir des actions qui ne présentent pas une masse critique suffisante. La publication Tropicultura tombe malheureusement dans cette catégorie d'activités. Cette décision, que nous regrettons vivement, n'a donc rien à voir avec la qualité scientifique de notre revue.

Afin de faire face à cette restriction de budget et en espérant trouver une solution pour la continuation de la publication de Tropicultura à partir de 2013, nous avons décidé de ne plus publier ni envoyer d'exemplaires sur support papier à partir du numéro 30-2.

Le numéro que vous tenez en main est par conséquent le dernier que vous recevrez par la poste. Tous les suivants seront accessibles directement sur le site internet de la revue via le lien: <http://www.tropicultura.org/content/>

Nous vous tiendrons bien entendu au courant de l'évolution de la situation. Je tiens cependant à rassurer les auteurs des manuscrits qui ont été soumis à la revue. Tous ceux-ci seront traités jusqu'à leur publication.

C'est une page qui se tourne, ... nous espérons que les suivantes ne resteront pas blanches.

Guy Mergeai
Rédacteur en chef

ARTICLES ORIGINAUX
ORIGINAL ARTICLES

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS
ARTICULOS ORIGINALES

Connaissances endogènes et études phytochimiques de *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.)

Micheline Agassounon Djikpo Tchibozo^{1,2*}, A. Savadogo³, D.S. Karou⁴, F. Toukourou¹ & C. de Souza⁴

Keywords: Endogenous knowledge- *Flacourtia flavescens* (*Flacourtia indica*)- Phytochemistry - Benin

Résumé

Flacourtia flavescens Willd., synonyme *Flacourtia indica* (Burm f.) Merr. (Flacourtiaceae), constitue une source de revenus. Sur le plan alimentaire, la feuille est consommée au stade plantule; les jeunes feuilles rentrent dans la confection des sauces; les fruits sont très appréciés par les enfants dans les campagnes et certaines villes où ils abondent. Ses différentes parties rentrent dans divers traitements thérapeutiques. Les décoctés et extraits alcooliques donnent une boisson énergétique. Dans le but de vérifier les qualités nutritionnelles et thérapeutiques des organes de *F. flavescens*, des études ont été réalisées sur ses feuilles et racines prélevées à deux stades. Cette étude a révélé que les organes de *F. flavescens* contiennent des protéines, des lipides, des sucres et des polyphénols avec des teneurs qui varient de 0,09% à 13,98%. Les teneurs en calcium, en magnésium, en phosphore et en sodium oscillent entre 0,5% (feuilles «mâles») et 5,25% (feuilles «mâles et femelles»). Le fer et le zinc sont pratiquement sous la forme de traces. Le screening des principes actifs a révélé la présence d'alcaloïdes, d'anthraquinones, d'anthocyanes, de flavonoïdes, de saponosides, de tanins, de triterpènes et stéroïdes. Les coumarines sont absentes. Les résultats de cette étude montrent que cette espèce mérite d'être revalorisée.

Summary

Endogenous Knowledge and Phytochemical Study of *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.)

Flacourtia flavescens Willd., also called *Flacourtia indica* (Burm f.) Merr. (Flacourtiaceae) is a source of income. In terms of food, the leaves of this plant consumed at the seedling stage; young leaves are used in the preparation of soups; the fruits are well appreciated by children in the countryside and cities where they abound. The different parts of the plant are included in many different therapeutics treatments. Their decoction and alcoholic extract of plant are used and an excellent energy drinks. In order to sick for nutritional and therapeutic properties of *F. flavescens*; studies were conducted on leaves and roots collected at two different stages. This study revealed that *F. flavescens* contain proteins, lipids, sugars and polyphenols with amounts ranging from 0.09% to 13.98%. Calcium, magnesium, phosphorus and sodium contents are between 0.5% (male leaves) and 5.25% (male and female leaves). Iron and zinc are almost as traces. The screening of active principles revealed the presence of alkaloids, anthraquinones, anthocyanins, flavonoids, saponins, tannins and polyphenols, triterpenes and steroids and the absence of coumarin. The issue of present study revealed that *F. flavescens* is a species that should be reevaluated.

Introduction

Flacourtia flavescens Willd., synonyme *Flacourtia indica* (Burm f.) Merr. (Flacourtiaceae), est une espèce comestible, répandue dans toute l'Afrique occidentale. Cet arbuste produit des fruits appelés respectivement «gbohouncajè» et «dossoutouri» ou «kokosiko» en langues vernaculaires béninoises

« fon et dendi », et sont très connus dans les zones de prolifération au Bénin et dans la sous-région (4). Cette espèce est d'une importance nutritionnelle, thérapeutique et économique certaine. Soulignons, qu'au Bénin, d'autres plantes sont aussi employées en alimentation comme *F. flavescens*. En effet, les

¹Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LAMITA), Université d'Abomey-Calavi, Cotonou Bénin, 01 BP 1636 RP, Cotonou, Bénin.

²Laboratoire de Génétique et des Biotechnologies, Faculté des Sciences et Techniques, (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi Bénin, BP 526, Cotonou, Bénin.

³Laboratoire de Biochimie et de Microbiologie, Université de Ouagadougou, 03 BP 7131, Ouagadougou, 03, Burkina Faso.

⁴Laboratoire de Microbiologie, des Techniques Biologiques et Alimentaires, Université de Lomé, BP 1515, Lomé, Togo.

*Auteur correspondant, 01 BP 1636 RP, Cotonou, Bénin. Tél: (229) 90 04 85 66, tchibowo@yahoo.fr

Reçu le 02.04.10 et accepté pour publication le 07.11.11.

ressources forestières alimentaires font partie d'un grand ensemble désigné sous le vocable de Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL). Ce sont des ressources et produits dérivés qui sont extraits des écosystèmes forestiers et qui sont utilisés à des fins alimentaires, domestiques, commerciales ou religieuses (10). Ainsi, au Bénin 162 espèces forestières alimentaires sont déjà identifiées et utilisées à des fins domestiques ou commerciales ou dotées d'une signification sociale, religieuse ou culturelle spécifique (12).

Les ressources phytogénétiques constituent certainement une source importante exploitable dans divers domaines d'études.

Par ailleurs, mentionnons que plusieurs travaux sur la nutrition ont été réalisés surtout sur des céréales (1, 8); mais les données scientifiques du point de vue nutritionnel sont rares sur les feuilles et racines des végétaux qui demeurent de ce fait « orphelines ». L'objectif de cette étude est de contribuer à la connaissance de *F. indica* synonyme *F. flavescens* pour sa valorisation à travers les résultats issus des connaissances endogènes et par la détermination des composants nutritionnels et thérapeutiques des feuilles et racines de ladite plante.

Matériel et méthodes

L'étude a concerné les organes de *F. flavescens*. Il s'agit des fruits, des feuilles et des racines.

Zones et questionnaires d'enquêtes

Les enquêtes ont été réalisées auprès des herboristes, des thérapeutes, des vendeuses de tisanes, etc. en 2002 et en 2006 au cours du mois de mars; divers départements du Bénin où existent des savanes et des boqueteaux ont été concernés par cette investigation. La méthode utilisée est celle d'un questionnaire basé sur une interview accompagnée d'un guide (5). Le questionnaire a porté sur les connaissances générales de l'espèce, les différents usages des organes, la période de fructification, le mûrissement et les transactions et techniques de conservation des fruits, les maladies traitées, les recettes, les formes d'utilisations, etc. La technique de tri a permis de sélectionner le nombre de répondants permettant d'obtenir des informations fiables.

Echantillonnage et traitement préliminaire

A partir des peuplements naturels, les feuilles et racines issues des pieds ne portant que des fleurs (« mâles ») et ceux ne portant que des fruits (« femelles ») ont été prélevées à Pahou au sud du Bénin, un village situé à 29 km de Cotonou. Puis, après identification botanique des spécimens, les 4 échantillons ont été traités.

Préparation des extraits végétaux alcooliques lyophilisés

150 g de poudre de *F. flavescens* ont été percolés

avec 2 litres d'éthanol à 90° pendant 24 h et agités fréquemment avant d'être filtrés sur papier filtre Whatman N°1, puis évaporés au rotavapor et lyophilisés, pour servir à la réalisation des tests de screening phytochimique. Les essais ont été répétés 3 fois pour toutes les analyses.

Détermination des teneurs en protéines totales

Les protéines totales des feuilles et racines pulvérisées ont été dosées par la méthode de Kjeldahl Ba 4c-87 (2). La minéralisation à chaud à 450 °C a été réalisée pendant 5 h. Le coefficient de conversion est égal à 6,25.

Détermination des teneurs en matières grasses (lipides)

Elle a été faite selon la méthode d'extraction par le Soxhlet Aa 4 – 38 (2) en utilisant l'éther de pétrole à reflux comme solvant.

Détermination des teneurs en sucres totaux

L'étude a porté sur des décoctés et des extraits éthanoliques de *F. flavescens*. Ils ont été soumis au test en appliquant les techniques de la méthode de dosage direct avec du phénol (9).

Détermination des teneurs en polyphénols

Les teneurs en phénols totaux des décoctés et des extraits alcooliques ont été déterminées en utilisant la méthode de Folin – Ciocalteu (16) modifiée par Dicko *et al.* (8).

Détermination de la composition en minéraux

La teneur en cendres a été déterminée par une procédure améliorée d'incinération à 450 °C (923, 03 AOAC (4)). Les techniques décrites par Multon (13) ont servi de supports pour le dosage du calcium, du magnésium, du sodium, du phosphore, du fer et du zinc.

Screening phytochimique

L'analyse chimique qualitative à partir des extraits alcooliques (éthanol 90°) lyophilisés non hydrolysés et hydrolysés, a été réalisée en suivant la méthode décrite par Ciulei en 1982 (7).

Résultats

Utilisateurs de la plante et usages alimentaires

Les organes de *F. flavescens* sont utilisés à des fins diverses dans toutes les localités visitées au Bénin. Les fruits mûrs et les jeunes feuilles sont consommés; les décoctés et les mixtures des organes (feuilles et racines) de *F. flavescens* s'utilisent comme une boisson énergétique. Les feuilles de *F. flavescens* sont données au bétail pour l'engraisser.

Usages thérapeutiques et autres

Les organes de cette plante sont impliqués dans le traitement traditionnel des maladies que sont:

diarrhée, anémie, dysenterie, gastralgies du nouveau-né, douleurs abdominales, maux de ventre, choléra, variole, rougeole, infection buccale, plaie, aménorrhée, fatigue, faiblesse sexuelle, retard de croissance du fœtus, fièvre, inflammation, paludisme, troubles psychiques, constipation, amibiase, morsures de serpent, diabète et maladies non élucidées par la médecine moderne. Le décocté, les alcoolatures, les mixtures, les macérations et les infusions, etc. constituent les formes galéniques d'utilisation. Les femmes exploitent les bois issus de l'espèce comme bois de chauffe. Ce bois sert parfois de cure-dent dans les villages.

Récoltes et sources de revenus

Le fruit qui est une baie, se récolte à partir d'avril jusqu'en septembre; la cueillette se fait à toutes les heures de la journée. Les feuilles et les racines sont collectées durant toute l'année, sauf pour des spécificités de traitement ou les thérapeutes parlent de pieds «mâle ou femelle». Ce sont les adolescents et les petits enfants qui s'occupent de la récolte et de la collecte. L'importance des revenus varie selon les secteurs. Dans le sous secteur de la médecine traditionnelle, cette espèce permet de générer beaucoup de bénéfices; pour les récolteurs, les collecteurs, les herboristes, les phytothérapeutes et les tradithérapeutes, cette espèce est largement utilisée. Les revenus obtenus constituent un moyen de soulagement pour les familles. Une partie des fruits récoltés est utilisée pour l'autoconsommation, la vente des fruits s'opère sur les marchés locaux par les femmes ou les enfants.

Conservation

Les fruits mûrs sont récoltés dans des sacs en jute. Leur durée de vie ne dépasse pas 3 jours, mais est de 5 jours si la conservation est faite dans de la cendre, ou bien étalés sur des étalages naturels à la température ambiante; en effet le processus de ramollissement commence après le 4^{ème} jour; si le fruit a atteint la maturation totale, ce n'est pas possible de le cueillir avec le pédoncule, ce qui réduit considérablement la durée de conservation; certains utilisent les zestes d'orange pour sa conservation pendant une semaine. Suivant les méthodes utilisées, la durée de

conservation est plus ou moins prolongée. Ce fruit n'est impliqué dans aucune transformation artisanale, cependant c'est un fruit à goût sucré ou légèrement acidulé si l'étape de maturation n'est pas totalement atteinte. Les consommateurs envisagent que ce fruit puisse rentrer dans plusieurs technologies (production de jus, de confiture, etc.).

Etudes biochimiques

Le tableau 1 présente les résultats du dosage biochimique des protéines, des lipides, des sucres totaux et des polyphénols des échantillons de *F. flavescens*. Les résultats obtenus ont permis de noter que les teneurs en protéines totales des 4 échantillons varient entre 2,16% (racines «mâles») à 13,98% (feuilles «mâles»). Les écarts enregistrés varient de 0,1 à 1,75%. Les teneurs en matières grasses (lipides) des 4 échantillons végétaux sont moindres, avec une moyenne de 2,68%. Les teneurs en sucres totaux observées dans les décoctés sont largement supérieures à celles notées dans les extraits alcooliques (Tableau 1). Pour le dosage des composés phénoliques, les teneurs obtenues dans l'ensemble sont faibles. Cependant, les extraits aqueux ont présenté des valeurs un peu plus élevées que celles des extraits alcooliques (Tableau 1).

Matières minérales

Les résultats mentionnés dans le tableau 2 montrent les teneurs en composés minéraux des organes de *F. flavescens*. Les taux de cendres totales varient de 4,75 à 7%; ceux du calcium dans les 2 échantillons de racines ont tendance à s'égaliser ainsi que ceux des feuilles; pour les teneurs en magnésium, au niveau des racines des 2 pieds de *F. flavescens*, les valeurs obtenues sont identiques (2,28%). Les fortes teneurs en magnésium sont de 5,92% (feuilles du pied «mâle») et de 5,75% (feuilles du pied «femelle»); les teneurs en sodium sont dans l'ensemble faibles; celles du phosphore sont pratiquement identiques (2,03% et 2,16%) dans les échantillons de feuilles analysés. Les racines du pied «mâle» de l'espèce ont une teneur en phosphore égale à 1,47%, ce qui représente plus du double de celle notée dans les racines du pied «femelle» (0,67%). Le fer et le zinc se

Tableau 1
Composition biochimique en pourcentage des feuilles et racines de 2 pieds de *F. flavescens* (Flacourtiaceae)

Nom scientifique	Organes testés	Protéine (acide)	Lipides (ether)	Sucres (aqueux)	Sucres (éthanol)	Phénols (aqueux)	Phénols (éthanol)
<i>F. flavescens</i> (Flacourtiaceae)	fFm	13,98	2,8	13,47	8,13	0,62	0,35
	rFm	2,16	2,02	17,31	12,8	0,15	0,12
	fFf	9,77	4,2	20,86	7,73	0,93	0,23
	rFf	5,24	1,8	27,33	9,86	0,19	0,09

Note: fFm= feuilles du pied «mâles» de *F. flavescens*; rFm= racines du pied «mâles» de *F. flavescens*; fFf= feuilles du pied «femelles» de *F. flavescens*; rFf= racines du pied «femelles» de *F. flavescens*.

Tableau 2
Composition minérale en pourcentage des feuilles et racines de 2 pieds de *F. flavescens* (Flacourtiaceae)

Nom Scientifique	Organes testés	Cendres	Calcium	Magnésium	Sodium	Phosphore	Fer	Zinc
<i>F. flavescens</i> (Flacourtiaceae)	fFfm	7	5,25	5,92	0,5	2,03	≤0,2ppm	0,02 ppm
	rFfm	5	4,67	2,28	1,2	1,47	≤0,2ppm	≤0,2ppm
	fFf	6,5	5,25	5,75	1,00	2,16	≤0,2ppm	≤0,2ppm
	rFf	4,75	4,09	2,28	0,7	0,67	≤0,2ppm	0,04 ppm

Note : fFfm = feuilles du pied «mâles» de *F. flavescens*; rFfm = racines du pied «mâles» de *F. flavescens*; fFf = feuilles du pied «femelles» de *F. flavescens*; rFf= racines du pied «femelles» de *F. flavescens*.

trouvent pratiquement sous forme de traces.

Groupes chimiques identifiés

Le tableau 3 présente les résultats du criblage des principes actifs. L'étude des extraits a permis de noter dans la plupart des échantillons la présence d'alcaloïdes, de saponosides, de flavonoïdes, de tanins, de dérivés d'émolol (anthraquinones) et autres polyphénols, de triterpènes et stéroïdes. Le tableau 3 fait ressortir les différences de composants actifs pour les 4 échantillons.

Discussion

L'enquête ethnobotanique révèle que tous les organes de *F. flavescens* ont un intérêt inestimable. Les résultats des analyses montrent que les racines des pieds «mâle et femelle» présentent de faibles teneurs en protéines. Les teneurs des protéines enregistrées dans le présent travail se rapprochent des études biochimiques rapportées par d'autres chercheurs (15). Ces auteurs ont rapporté la présence des protéines et des acides aminés dans les écorces des racines d'*Olex subscorpioidea*. Aussi, les fortes valeurs obtenues

sont similaires à celles notées dans les cultivars de grains de mil et sorgho (1, 8). Les acides aminés tels que la lysine, la thréonine, la méthionine et la cystéine constituent une source essentielle en azote sur le plan alimentaire (6). Cependant, certaines protéines présentent des propriétés pharmacologiques. C'est le cas de la trichosanthine isolée des parties souterraines de *Trichosanthes kirilowi* Maxim. Elle inhibe *in vitro* la réplication du virus HIV (6). De même, les lectines du raisin d'Amérique (*Phytolacca americana* L.) possèdent des propriétés antivirales (17). Tout ceci, nous amène à proposer une étude plus approfondie des protéines présentes dans les échantillons végétaux soumis à l'analyse. Les faibles teneurs en lipides indiquent que l'oxydation des phytomédicaments incluant ces organes sera moindre et par conséquent la durée de conservation pourrait être élevée sans crainte de rancissement. L'étude comparative des teneurs en sucres totaux des 2 types d'extraits montre que les extraits aqueux des organes étudiés libèrent une quantité plus importante de composés glucidiques par rapport aux extraits éthanoliques; ces résultats serviront d'indices thérapeutiques chez les diabétiques

Tableau 3
Screening phytochimique des organes de *F. flavescens* (Flacourtiaceae)

Composés identifiés	Réactions mises en évidence	Organes testés			
		fFfm	rFfm	fFf	rFf
		Remarques			
Alcaloïdes	Dragendorff Mayer	+	+	+	±
Anthocyanes	Variation du pH	+	-	+	-
Coumarines	Fluorescence à UV	-	-	-	-
Émodols oxydés	Bornträger	-	-	+	+
Flavonoïdes	Shibata	+	+	+	++
Saponosides	Test de mousse	+	+	+	±
Tanins et polyphénols	Test au FeCl ₃ 1%	++	++	+	+
Triterpènes et stéroïdes	Liebermann-Burchard	++	++	+++	+++

Notes: fFfm= feuilles du pied «mâles» de *F. flavescens*; rFfm= racines du pied «mâles» de *F. flavescens*; fFf= feuilles du pied «femelles» de *F. flavescens*; rFf= racines du pied «femelles» de *F. flavescens*;

(+++) Très abondant; (++) Abondant; (+) Présent en quantité faible; (±) Traces; (-) absents.

utilisateurs de phytomédicaments. L'analyse des résultats obtenus à la suite de l'étude comparative du taux en polyphénols des 2 types d'extraits révèle que le taux des phénols totaux des extraits aqueux dépasse légèrement celui des extraits alcooliques. Des travaux antérieurs (13) ont montré que les composés phénoliques tels que les tanins exercent un effet défavorable sur la digestibilité des nutriments. La faible teneur des composés phénoliques dénote que leur influence sur la biodisponibilité des protéines sera moindre. Cependant, d'autres études ont révélé que ces composés antinutritionnels présentent un effet bénéfique que sont les propriétés antiradicalaires et antimicrobiennes; ceci est fonction de la nature de ces composés et de leur mode d'administration (11); ces observations peuvent être en rapport avec certaines propriétés thérapeutiques de *F. flavescens*.

La détermination de la composition minérale, par une sommation du taux des éléments dosés au niveau des feuilles et racines de *F. flavescens* en se basant sur le pied dénommé «mâle» ou «femelle», montre que les feuilles du pied «femelle» (14,16%) et celles du pied «mâle» (13,7%) concentrent plus les minéraux dosés, suivi des racines du pied «femelle et mâle» (7,74% et 9,62%). La différence des teneurs en éléments biochimiques et minéraux au niveau des organes récoltés sur le pied «mâle» et sur le pied «femelle» de *F. flavescens* pourrait être liée, soit à la possibilité physiologique de chaque pied à concentrer les éléments minéraux présents dans le sol ou à l'influence des espèces environnementales et/ou génétique. Les teneurs en minéraux retrouvées dans les feuilles et les racines des 2 pieds de *F. flavescens* n'étant pas négligeables, elles peuvent contribuer à un apport en éléments nutritifs aussi bien chez les enfants que chez l'homme adulte. Tout ceci explique en grande partie l'engouement des phytothérapeutes béninois à utiliser les organes de cette plante dans les cas d'insuffisances physiques. La présence

des alcaloïdes, des flavonoïdes, des triterpènes et stéroïdes dans les échantillons prouve l'utilisation de *F. flavescens* à diverses fins thérapeutiques. La présence des anthocyanes dans les feuilles et les racines issues du pied «mâle» et leur absence au niveau des organes récoltés sur le pied «femelle» joueraient un rôle fondamental dans la différence morphologique que mentionnent parfois certains thérapeutes pour choisir leur échantillon de *F. flavescens*.

Conclusion

Cette étude montre que *F. flavescens*, synonyme *F. indica* est une espèce à usage diversifié (nutritionnel, pharmacologique, source énergétique). Les analyses phytochimiques réalisées sur les feuilles et les racines prélevées sur 2 pieds de la plante révèlent la présence de protéines, de lipides, de sucres, de minéraux (calcium, magnésium, phosphore et sodium) et de principes actifs que sont les alcaloïdes, les flavonoïdes, les saponosides, les tanins, les triterpènes et les stéroïdes, dont les propriétés thérapeutiques sont prouvées. Les résultats montrent que les racines et les feuilles de *F. indica* peuvent être utilisées par les thérapeutes sans distinction de pieds. Nos résultats issus de cette étude confirment que cette plante est une source non négligeable en éléments nutritifs et thérapeutiques; elle peut contribuer à l'amélioration de l'état nutritionnel et sanitaire des utilisateurs. Sa conservation et sa revalorisation demeurent une nécessité.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes contactées, le Dr Adjakidjè Vitor et le Dr Essou Pierre de l'Université d'Abomey-Calavi/Bénin pour l'identification de la plante et le Pr Guinko Sita de l'Université de Ouagadougou (Burkina-Faso) et ses collaborateurs pour la collaboration technique.

Références bibliographiques

1. Abdalla A.A., El Tinay A.H., Mohamed B.E. & Abdalla A.H., 1998, Proximate composition, starch, phytate and mineral contents of 10 pearl millet genotypes. *Food Chemistry*, **63**, 3, 243-246.
2. American Oil Chemist's Society (AOCS), 1990, Official methods and recommended practices, 4th Ed.
3. Arbonnier M., 2000, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Edition 75005, Paris, France, p. 330.
4. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990, Official methods of analysis chemists. 15th, 2 AOAC Arlington, Virginia. USA.
5. Bognon C., 1991, Notes ethnobotaniques sur la médecine traditionnelle en pays Wè (Côte d'Ivoire): quelques problèmes méthodologiques. *Revue Méd. Pharm. Afr.* **5**, 1, 55-62.
6. Bruneton J., 1993, Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Ed. Et. Tech. Doc., 2^e éd., Paris, 915 p.
7. Ciulei I., 1982, Practical manuals on the industrial utilization of chemical and aromatic plants. Methodology for analysis of vegetable drugs. 1st Edn., Ministry of Chemical Industry, Bucharest, pp. 67.
8. Dicko M.H., Hilhorst R., Gruppen H., Traore A.S., Laane C., Van Berkel W.J.H. & Voragen A.G.J., 2002, Comparison of content in phenolic compounds, polyphenol, oxidase and peroxidase in grains of fifty *Sorghum* varieties from Burkina Faso. *Journal Agricultural Food Chemistry*, **50**, 13, 3780-3788.
9. Dubois M.M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. & Smith F., 1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* **28**, 350-356.
10. FAO, 1992, Produits forestiers non ligneux: quel avenir ? 35 p.
11. Karou D., Dicko M.H., Simporé J. & Traore A.S., 2005, Antioxydant and antibacterial activities of polyphenols from ethnomedicinal plants of Burkina Faso. *Afr. J. Biotechnol.*, **4**, 823-828.
12. Lokohondé M.P., 2002, Diversité des ressources forestières alimentaires végétales de la forêt classée des trois rivières et leur contribution à l'économie locale. Thèse d'ingénieur agronome. FSA-Université Nationale du Bénin 120 p.
13. Makkar H.P.S., Singh B. & Dawra R.K., 1987, Tannin-nutrient interaction. A review. *Int. J. Sci. Anim.* **2**, 127-140.
14. Multon J.L., 1991, Technique d'analyse et de contrôle dans les industries

- agroalimentaires. Analyse des constituants alimentaires. Volume 4, 2^{ème} édition entièrement revue, Paris, Technique et documentation. Lavoisier, 450 p.
15. Penge O., Okond'Ahoka J. & Marini D., 1996, Etudes chimique, pharmacologique et toxicologique d'*Olax subscorpioidea oliver* (Olacaceae). Revue Méd. Pharm. Afr. **10**, 1, 25-34.
16. Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M., 1999, Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol. 299, 152-177.
17. Wiley R.G. & Oeltmann T.N., 1991, Ricin and related plants toxins: mechanism of action neurobiological application, in: "Toxicology of plant toxins and fungal coumpounds ". Handbook of natural toxins, 6, 243-268.

Micheline Agassounon Djikpo Tchibozo, Béninoise, Docteur ès Sciences Naturelles; Maître -Assistant. Enseignant-Chercheur à la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC)/Bénin.

A. Savadogo, Burkinabais, Docteur ès Sciences Naturelles, Enseignant-chercheur à l'Unité de Recherche et de la Formation (UFR) de la Science de Vie et de Terre (SVT) à l'Université de Ouagadougou.

D.S. Karou, Togolais, Docteur ès Sciences Naturelles, Enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires de l'Université de Lomé, Togo.

F. Toukourou, Béninois, Docteur ès Sciences Naturelles, Maître de Conférences, Enseignant-chercheur à la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC)/Bénin. Responsable du Laboratoire de Microbiologie et des Technologies Alimentaires (LAMITA).

C. de Souza, Togolais, Docteur ès Sciences Naturelles; Professeur Titulaire. Enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires de l'Université de Lomé, Togo. Directeur de l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires de l'Université de Lomé, Togo

Microbiological Composition, Processing and Consumer's Characteristics of Adjuevan, a Traditional Ivorian Fermented Fish

Rose Koffi-Nevry¹ & Marina Koussémon^{1*}

Keywords: Adjuevan- Fermented fish- Microbiological composition- Processing- Ivory Coast

Summary

Adjuevan is a traditional Ivorian fermented fish product. This study which lasted 6 months was carried out on the unique collective processing site of adjuevan production in Abidjan, to determine the microbiological composition and the processors and processing characteristics of this product. Only non-native women (100%) between 30 and 60 years old (93.33%) processed adjuevan. Ninety eight percent of housework people know adjuevan and 96% consumed the fermented fish, but only 8% know the processing techniques, and 22.66% the processing site in the communities surveyed. Adjuevan is used for its flavour (73.33%). The mean pH value, the moisture and protein contents of adjuevan were 5.31%, 68.91% and 49.27% respectively. The total aerobic count, Enterobacteriaceae, coliforms, yeast-mould, and lactic acid bacteria were counted at the average of 8.0×10^5 , 5.27×10^2 , 10^2 , 34 and 10^4 cfu/g, respectively. A total of 38 isolates of Gram negative bacteria belonging to 7 genera were obtained from the adjuevan samples analyzed. Enterobacter sp. (9.72%) was the most predominant Enterobacteria. Pseudomonas sp. as found in 8.33% of the analyzed samples and Klebsiella sp. in 5.55%, Pseudomonas fluorescens and E. coli (4.16%), Salmonella sp. and Serratia marcescens (2.77%). Salmonella arizonae and Proteus sp. were less represented (1.38%). The unhygienic handling of the fish can affect the ultimate quality of the fermented fish. Consuming such contaminated products can represent a public health problem.

Résumé

Composition microbiologique, caractéristiques de la fabrication et de la consommation de l'adjuevan, un poisson fermenté traditionnel ivoirien

L'adjuevan est un poisson fermenté traditionnel de Côte d'Ivoire. Cette étude réalisée pendant 6 mois a porté sur l'unique site de production de l'adjuevan à Abidjan, sur la détermination de la flore bactérienne de ce produit ainsi que sur les producteurs et le processus de fabrication de l'adjuevan. L'étude a indiqué que 100% des producteurs d'adjuevan sont des femmes d'origine étrangère dont 93,33% sont âgées de 30 à 60 ans. Au total 98% des ménages enquêtés connaissent l'adjuevan, 96% consomment cette denrée mais seulement 8% des ménages connaissent le processus de fabrication de l'adjuevan et 22,66% connaissent le site de production de cette denrée. L'adjuevan est apprécié par 73,33% des consommateurs pour sa saveur. Les valeurs moyennes du pH, de l'humidité et des protéines de l'adjuevan sont respectivement de 5,31%; 68,91% et 49,27%. Les teneurs en flore totale aérobie, entérobactéries, coliformes, levures-moisissures et bactéries lactiques de l'adjuevan sont respectivement de $8,0 \times 10^5$; $5,27 \times 10^2$; 10^2 ; 34 et 10^4 ufc/g. Au total, 38 souches de bactéries Gram négatif appartenant à 7 genres ont été isolées des échantillons d'adjuevan analysés. Parmi les Entérobactéries, le genre Enterobacter (9,72%) est prédominant. Pseudomonas sp. est retrouvé dans 8,33% des échantillons analysés et Klebsiella sp. dans 5,55% de ces échantillons. Les espèces Pseudomonas fluorescens et E. coli (4,16%), Salmonella sp., Serratia marcescens (2,77%), Salmonella arizonae et Proteus sp. (1,38%) sont les moins représentées. Les manipulations non hygiéniques du poisson au cours de sa transformation en adjuevan peuvent affecter la qualité du produit final. La consommation d'un tel produit pourrait ainsi représenter un problème de santé publique.

Introduction

Animal proteins such as meat, meat products, fish and fishery products are generally regarded as high risk commodities with respect to pathogen contents,

natural toxins and other possible contaminants and adulterants (25). Fresh fish is a highly perishable product due to its biological composition. Thus, if this food is

¹University of Abobo-Adjame, Department of Food Science and Technology (UFR-STA), Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, 02 BP 801, Abidjan 02, Ivory Coast.

*Corresponding author: Marina Koussémon, Department of Food Science and Technology (UFR-STA), Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, 02 BP 801, Abidjan 02, Ivory Coast. E-mail: marinakoussemon@yahoo.fr

Received on 13.07.11 and accepted for publication on 24.11.11.

not immediately utilized or preserved after harvest, it spoils. The preservation of fish is usually accomplished through a combination of many preservation methods which greatly lengthen the storage conditions of this product. The principal methods are smoking, sun-drying, salting, fermentation, grilling and frying (10, 20).

Fermentation develops a distinctive flavour in the final product (3). In Africa, the popularity of fermented fish products has been influenced by the fish consumption pattern, which has been reported to be relatively higher in the coastal countries such as Ivory Coast, due to the proximity to the source of fish than in the interland (12). Traditional fermented fish are called *lanhouin* in Benin, *momoni* in Ghana and *adjuevan* in Ivory Coast. *Adjuevan* is a fermented fish condiment produced by using a high amount of salt leading to a final product highly concentrated in salt. This product is widely used and appreciated as a condiment in many types of flavourings and cuisines to season sauces for the consumption of yam, plantain, *attieke*, etc. (15, 16).

Improper handling, unhygienic conditions during the processing and the processing procedures can cause contamination of fermented fish. Among the microorganisms responsible for these contaminations are Gram negative Enterobacteria, some of which can represent a risk for the consumers and also a public health problem. It has been reported that Gram negative bacteria account for approximately 69% of the cases of bacterial food borne diseases (9). Members of the Gram negative bacteria e.g. *E. coli* and *Salmonella* are widely distributed in the environment and contaminated food and water are the major sources by which the bacteria are spread (9).

Despite the fact that *adjuevan* is appreciated in Ivory Coast (17), there is no report in the literature on *adjuevan* regarding the consumption patterns, the personal and environmental hygiene of the processing sites. Then, it became necessary to give useful information about the *adjuevan* processing environment in Abidjan and the bacterial load of this product. This study therefore focuses on assessing the bacteriological level, isolating and identifying Gram negative Enterobacteria in *adjuevan*, processor characteristics and the hygienic conditions during the process in order to highlight the public health risk and provide useful information where necessary to the general public and create awareness among the consumers.

Material and methods

1. Material

The study was carried out on the fermented fish called *adjuevan* in Ivory Coast, obtained by vomer

(*Chloroscombrus chrysurus*) and collected from the unique collective fish fermentation processing site, Vridi Zimabwue (Abidjan, Ivory Coast).

2. Methods

2.1. Survey

The survey population comprised mainly householders and *adjuevan* processors. The questionnaire was divided into two sections. The first section solicited information on age, sex, level of education, country of origin and sanitary practices/hygiene of *adjuevan* processors and the types of fish used. The second section obtained information on the knowledge and the consumption of *adjuevan*, etc. The study which lasted 8 weeks was carried out in 4 randomly selected communes in the district of Abidjan (Cocody, Koumassi, Abobo and Yopougon). A total of 300 householders in Abidjan and 30 *adjuevan* processors were interviewed.

2.2. Sampling procedures

The samples were obtained from 3 processors randomly selected from the processing site. Samples were taken at the end of the fermentation process which lasted 7 days, one day of a week but the same day of production from a basket containing the fermented fish. A sample consisted of 3 to 5 fermented fish (200 to 300 g) from the same batch. A total of 72 samples of *adjuevan* were randomly and aseptically collected at a week interval and transported to the laboratory for analysis.

2.3. Chemical analysis

The following composition characteristics were determined from the samples taken from each processor. The moisture content was obtained through the difference between the fresh and the dry weight of each sample, dried at $105 \pm 1^\circ\text{C}$ until constant weight (1). The proteins were determined through Kjeldahl method, and the fat by Soxhlet method (Unid Tecator, System HT2 1045, Sweden) (2). The pH of the samples was measured with a pH-meter (Hanna Instrument HI 9318) on a mixture of 20 g of blended fish meat and 80 ml of distilled water.

2.4. Microbiological analysis

2.4.1. Culturing, enumeration, and isolation

To analyze the samples of *adjuevan*, the methods stated in Compendium of Methods for the Examination of Foods (24) and Food and Drug Administration (FDA) (5) were used. The count performed were total aerobic mesophilic, coliforms, Enterobacteriaceae, lactic acid bacteria, Yeasts and mould, *Pseudomonas*.

2.4.2. Identification of Gram negative bacteria

Representative colonies of the Gram negative bacteria (coliforms and Enterobacteriaceae) were

picked up randomly, purified by repeated streaking on appropriate agar medium, and identified using the classical tests and by comparing their characteristics with those of known taxa, as described by Bergey's Manual for Determinative Bacteriology (8).

2.5. Statistical analysis of the data

The statistical package for Social Science (SPSS version 10) was used. Data analysis involved one-way analysis of variance (ANOVA). The Mean differences were determined using Duncan's Multiple Range Test. A significant difference was established.

Table 1
Characteristics of *adjuevan* processors, type of fish and usage pattern of *adjuevan*

<i>Adjuevan</i> processors	Characteristics of respondents	Percentage
	Age (years)	
	<30	06.66
	30 – 60	93.33
	> 60	00
	Sex	
	Male	00
	Female	100
	Level of educational	
	No formal education	86.66
	Primary school	13.33
	Secondary school	0
	Country of the processors	
	Native	00
	Non-native	100
	Awareness of hygienic conditions	
	none	90
	poor	10
	Hygienic practices	
	none	100
	Poor	00
	Processors hygiene	
	Poor	100
	Types of fish used for <i>adjuevan</i> production	Ceinture, sardine, tuna, vomer, pelamida, flat sardine
Consumers	Usage pattern	Percentage
	<i>Adjuevan</i> knowledge	98
	<i>Adjuevan</i> consumption pattern	96
	Usage per week	
	<2 days	14.33
	2-3 days	59
	3-5 days	26.66
	Every day	0
	Reason for <i>adjuevan</i> usage	
	Flavour	73.33
	Odour	26.33
	Processing site knowledge	22.66
	Process of production knowledge	8

Results

1. Survey

The results of the survey, presented in table 1, were divided into two sections; one reflecting the educational characteristics and types of fish used, and the other the pattern of *adjuevan* consumption. The survey revealed that the respondents were all women (100%) between the ages of 30 and 60 (93.33%). Only 6.66% were below the age of 30 and none of them was over 60 years old. About their education status, 68.66% of them attested not to have gotten any formal education, 13.33% said they attended primary school and none of them attended secondary education. All the women involved (100%) in the *adjuevan* processing are non-native of Ivory Coast. As far as hygiene is concerned, 90% of the respondents attested not to have gotten any formal education on hygiene. Since they were not familiar with hygiene, none of them observed hygienic practices during the *adjuevan* processing and handling. Therefore they could not observe personal hygiene as it could be seen on their clothing, their dirty hands and the surrounding environment. The types of fish most used for *adjuevan* production are: "ceinture", "flat sardine", "tuna", "vomer", "sardine" and "pelamida".

The household usage patterns indicated that 98% of the householders interviewed know *adjuevan*, 96% use or consume *adjuevan* but only 8% know the process of fabrication and 22.66% the processing site. Fifty nine percent of the householders said they use *adjuevan* in hot cooking with a frequency of 2 to 3 times a week, and 26.66% 3 to 5 times a week. Only 14.33% of them use the fermented fish less than twice a week and none of them use *adjuevan* everyday. It comes out of this survey that the majority (73.33%) of the householders selected for this study consumed *adjuevan* for its flavour and only 26.33 admitted using it for its odour. The householders surveyed also indicated that between the types of fish used for *adjuevan* production, tuna, vomer and sardine give *adjuevan* of best exhaustive quality.

2. Chemical analysis

The mean pH, the protein and moisture contents during the *adjuevan* processing are presented in table 2. The pH values of all the samples examined were below 7 with a mean value of 5.31. The moisture content was relatively high between 67.35 and 70.11% and the protein between 48.11 and 50.24%.

Table 2
Chemical characteristics of *adjuevan*

	Processor A	Processor B	Processor C	Mean value
pH	6.03 ± 0.4 ^a	5.11 ± 0.44 ^b	4.8 ± 0.41 ^b	5.31 ± 0.4 ^c
Protein %	50.24 ± 0.12 ^a	48.11 ± 0.88 ^b	49.48 ± 0.88 ^b	49.27 ± 0.55 ^d
Moisture %	70.11 ^a	69.27 ^a	67.35 ^b	68.91 ^b

In a line, values with the same letter are not significantly different.

3. Microbiological analysis

The load of microorganisms found in *adjuevan* and their frequency of isolation are summarized in table 3. The total aerobic count, Enterobacteriaceae, coliforms, Yeast-Mould, and lactic acid bacteria were counted at the average of 8.0×10^5 , 5.3×10^2 , 1×10^2 , 34 and 1×10^4 cfu/g, respectively.

Table 3
Bacterial load and frequency of occurrence of microorganisms isolated from *adjuevan*

Bacteria	Bacterial load (cfu/g)	Frequency (%)
Total aerobic count	$8.0 \times 10^5 \pm 7.5 \times 10^3$	100
Enterobacteria	$5.3 \times 10^2 \pm 58$	100
Coliforms	$1 \times 10^2 \pm 32$	16.66
Faecal coliforms	<15	1.66
Yeast and mould	34 ± 8	7.14
Lactic acid bacteria	$1 \times 10^4 \pm 2 \times 10^3$	100

Enterobacteria and lactic acid bacteria were found in all the samples analysed (100%). Coliform bacteria were isolated with a frequency of 16.66%, followed by yeast and mould, 7.14%. Table 4 shows the distribution pattern and the frequency and percentage incidence of Gram negative bacterial isolated from *adjuevan* produced in Abidjan. A total of 38 isolates of Gram negative bacteria belonging to 7 genera were obtained from the natural fermentation of *adjuevan*. Those isolates were identified as *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp., *Proteus* sp., *Klebsiella* sp., *Serratia marcescens*, *Salmonella arizonae*, *Salmonella* sp., *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas* sp. by comparing their morphological and biochemical characteristics with the standard reference of the organisms. *Enterobacter* sp. 7 (9.72%) was the most predominant enterobacteria isolated. This was followed by *Pseudomonas* sp. 6 (8.33%) *Klebsiella* sp. 4 (5.55%), *Pseudomonas fluorescens* and *E. coli* 3 (4.16%), *Salmonella* sp. and *Serratia marcescens* 2 (2.77%). *Salmonella arizonae* and *Proteus* sp. (1.38%) were less represented.

Table 4
Frequency and Incidence of Gram Negative bacterial in *adjuevan*

Gram negative bacteria	Frequency	Number of isolates	Percentage
<i>Escherichia coli</i>	3/72	5	4.16
<i>Enterobacter</i> sp.	7/72	10	9.72
<i>Klebsiella</i> sp.	4/72	5	5.55
<i>Proteus</i> sp.	1/72	1	1.38
<i>S. marcescens</i>	2/72	2	2.77
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3/72	4	4.16
<i>Pseudomonas</i> sp.	6/72	7	8.33
<i>Salmonella arizonae</i>	1/72	1	1.38
<i>Salmonella</i> sp.	2/72	3	2.77
Total		38	

Discussion

The results obtained show that the fermented fish is known and accepted by the people of Ivory Coast. *Adjuevan*, a fermented fish produced in Ivory Coast for preservation and as food exhauster appears as a traditional product processed from large stocks of fresh fish. This justifies the location of the processing site along the coastal waters of the Gulf of Ivory Coast such as Abidjan. In Ivory Coast, men do not partake to the processing of fish fermentation because it is regarded as housework for women. The study shows that it is only the women who produce and commercialize *adjuevan*. This activity constitutes the main source of income for most of them. These women are between 30-60 years old and all of them are Ghanaian (100%). Similar results were obtained by Oulaï *et al.* (20) who reported the age of the smoked fish processors to be between 21 and 60 and between 21 and 40 by Baryeh *et al.* (7). However, our results disagree with those of these last authors who reported that 88, 8% of people working in the fish preservation domain are men against only 11.2% women. Eyo *et al.* (11) also stated that fish preservation is dominated by men in northern Nigeria. In Ivory Coast, smoking, sun-drying, salting, fermentation are mainly exercised by women. Men do not partake to those activities. They preserve the fish by freezing them. In Burundi, Sudan and Uganda, fish processing is performed by men (10).

Most of the fermented fish processors have no formal education so that they are not familiar with hygienic practices. This finding agrees with the work of Essuman (10) and Oulaï *et al.* (20). The lack of hygiene, probably related to their level of educational generally low, can explain their ignorance of the impact of poor sanitary conditions on the quality of their products (13). The Processors, the equipment, the water, the fish and the ingredients are of low hygienic conditions at the artisanal level of fish handling and processing. This may be attributed to a lack of education, facilities, standards, and economic support from the quality products' market. Saliu *et al.* (21) stated that the hygienic conditions are poor when foods are produced in non-industrial establishments. According to Anihouvi *et al.* (4), the surrounding environment in which fermented fish are processed in Africa is generally unhygienic, paving the way to a possible microbial contamination and evolution of food toxicants.

Salted water or fresh water fish can be used for *adjuevan* production depending on the season. According to the processors, the species of fish most used are "ceinture", "flat sardine", "tuna", "vomer", "sardine" and "pelamida" but tuna, vomer and sardine give *adjuevan* of best exhaustive quality according to customers. This argument confirms the one from Oetterer *et al.* (19) who reported that the fish used for fermentation are usually small, with a low commercial

value and seasonally abundant. Post-harvest handling, processing and marketing of fish are divided along the gender lines but the roles vary from one region to another. In the coastal countries of West Africa, women dominate the processing and marketing of fishery products. In Ivory Coast salting, fermentation, sun-drying and smoking are women's occupations. Fish processors and traders are not organized into formal associations or cooperatives. They operate individually or as family units and occasionally hire labourers to assist them in the operations.

The high moisture content of fermented fish found in this study agrees with the work of Asiedu and Sanni (6) who reported a value of 77.8% on naturally fermented Enam Ne-Setaakye, a west African fermented fish-carbohydrate product, but disagrees with the 50 to 56% moisture reported by Sanni *et al.* (22) on Monomi and Anihouvi *et al.* (4) on Lanhouin. The discord between these values could be due to the variable drying times, the amount and the types of salt used for the curing. The pH values for all the *adjuevan* samples analysed were below 7. Similar values of pH were reported on *monomi* (6.5), a fermented fish from Ghana (22) and *Pedah siam* a fermented fish processed in Thailand (12). However, the pH values obtained in this study disagree with those reported for *lanhouin*, a fermented fish from Benin where the pH values were above 7. The variations of the different fermented fish pH values could be explained by the duration of the fermentation process which determines the degree of lactic acid production. Protein values obtained for different samples agree with those reported by other authors (4, 22). The variations observed in protein levels could probably be due to the different species used, the amount of salt used and the duration of fermentation, which determine the degree of proteolytic activity during the processing.

This study reveals that *adjuevan* is contaminated with bacteria. One should pay attention to the presence of some of them (e.g. *Salmonella*, *E. coli*) because that indicates a public health hazard and sends a warning signal for the possible occurrence of a food borne intoxication as also indicated by Sanni *et al.* (22). A total of 38 isolates comprising 7 different genera of Gram negative bacteria were isolated in this study with an incidence rate below 50%. The study shows that all the processors contributed equally to the microbial diversity reported in this study. Microorganisms isolated from *adjuevan* samples in this study have

been earlier found in fermented fish (22), foods, environment and other places, and their pattern is similar to previous reports (9, 18, 22)

The findings of this study agree with the reports from Asiedu and Sanni (6) where they isolated almost similar organisms from a fermented fish named *Enam ne-Setaakye*. In our study, *Salmonella arizonae*, a serovar of *Salmonella enterica*, has been identified. *Salmonella arizonae* is often found in the intestine of cold blooded animals like the lizard, the gecko and the frog (14). Its presence in the fermented fish could be linked to the large number of these animals on the processing site due to the high level of insalubrity since the fermented fish is dried on the soil where these animals can crawl over the fish. During the drying process, the fermented fish are also exposed to insect infestation and microorganisms contamination. The presence of these Enterobacteria is related to a post contamination. Species of *Pseudomonas* are also isolated. This genus is often found in foods and is known to be a strong agent of food spoilage (20). The results of this microbiological analysis could be explained by the poor sanitary conditions during the process and at the selling places. The processors can contaminate the fermented fish from the mouth, the nose or the skin by talking, coughing or sneezing over the fish, or handling it with dirty hands or skin. This unhygienic handling of the fish can affect the ultimate quality of freshly fermented products. Our results are similar to previous reports (23) indicating that the lack of hygiene is the major source of food contamination.

Conclusion

It comes out of this survey that the majority of the householders selected for this study consume *adjuevan* for its flavour. The *adjuevan* processors do not have any formal education on hygiene and they do not apply hygienic practices to the *adjuevan* processing and handling. Such conditions can contribute to the high level of contamination of the fermented fish. The samples were contaminated by Gram negative bacteria. The presence of some of them such as *Salmonella* spp., *E. coli*, *Klebsiella*, and *Pseudomonas* represents a health risk associated to the consumption of contaminated fermented fish. The unhygienic handling of the fish can affect the ultimate quality of the fermented fish. To reduce the health risk associated to the consumption of contaminated fermented fish, safer processing and hygienic practices are required.

Literature

1. AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, 1990. 15th edition, AOAC Inc, Arlington, VA, USA.
2. BIPEA, 1976, Bureau Interprofessionnel d'Etudes Analytiques, Recueil des méthodes d'analyses des Communautés européennes.
3. Adams M. & Mitchell R., 2002, Fermentation and pathogen control: a risk assessment approach. International Journal of Food Microbiology, 79, 75-83.
4. Anihouvi V.B., Ayernor G.S., Hounhouigan J.D. & Sakyi-Dawson E., 2006, Quality characteristics of *lanhouin*: a traditionally processed fermented fish product in the republic of Benin. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, 6, 1, 1-15.

5. Anonymous, 1998, Bacteriological Analytical Manual. F.D.A., AOAC, 8th edition, USA.
6. Asiedu M. & Sanni A.I., 2002, Chemical composition and microbiological changes during spontaneous and starter culture fermentation of ename ne-setraky, a West African fermentation fish- carbohydrate product. *European Food Research and Technology*, 215, 8-12,
7. Baryeh A.B., Ntifo-Siaw E. & Baryeh E.A., 1999, Transfer of fish preservation technology to women in Ghana. *Journal of extension system*, 15, 1, 16-37.
8. Buchanan R.E. & Gibbons N.E., 1974, *Bergey's manual of determinative bacteriology* (8th edition). Williams & Wilkins Co. Baltimore USA.
9. Clarence S.Y., Obinna C.N. & Shalom N.C., 2009, Assessment of bacteriological quality of ready to eat food (Meat pie) in Benin City metropolis, Nigeria. *African Journal of Microbiology Ressources*, 3, 6, 390-395.
10. Essuman K.M., 2001, Fermented fish in Africa. A study on processing, marketing and consumption FAO. Fisheries Technical Paper. N° 329. Rome FAO 1992. 80 p.
11. Eyo A.A., Ayanda J.O. & Bolorunduro P.I., 1991, Marketing of fresh and smoke fish in Kainji, Jebba et lake Chad basin. Processing of the 4th National Workshop of the Committee of directors of Research Institutes, Lagos . Pp. 95-101.
12. FAO, 1971, United Nations Food and Agriculture Organization. Poisson fermenté et produits dérivés. FAO Fish. Rep. (Fr), (100): 62 p.
13. Flamand F.X. & Derrac M., 2006, Pêche et aquaculture au Sénégal. Missions économiques Dakar. Vol 2: 4 p.
14. Hardouin J., 2008, Notions essentielles pour l'élevage des grenouilles en milieu tropical. Bureau pour échange et la distribution de l'information sur le mini-élevage (BEDIM), N° spécial, 197 p.
15. Koffi-Nevry R., Koussémon M. & Aboua F., 2007, Chemical and organoleptic properties of Attoukpou made from two cassava varieties. *Journal of Food Technology*, 5, 4, 300-304.
16. Koffi-Nevry R., Koussémon M., Nanga Z.Y., Mobio A.M., Kacou C. & Tano K., 2008, Évolution de la microflore et caractéristiques physico-chimiques d'un aliment traditionnel à base de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) fermenté: le *bédécouman*. *European Journal of Scientific Research*, 21, 2, 259-267.
17. Koffi-Nevry R., Ouina T.S.T., Koussémon M. & Brou K., 2011, Chemical composition and lactic microflora of *Adjuevan*, A traditional Ivorian fermented fish condiment. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10, 4, 332-337.
18. Murooka Y. & Yamshita M., 2008, Traditional healthful fermented products of Japan. *Industrial Microbiology and Biotechnology*, 35, 8, 791-798.
19. Oetterer M., Perujo S.D., Gallo C.R., Ferraz de Arruda L., Borghesi R. & Paschoal da Cruz A.M., 2003, Monitoring the sardine (*Sardinella brasiliensis*) fermentation process to obtain anchovies. *Scientia Agricola*, 60, 3, 511-517.
20. Oulâi S.F., Koffi R.A., Koussémon M., Djè M., Kakou C. & Kamenan A., 2007, Evaluation de la qualité microbiologique des poissons *Etmalosa fimbriata* et *Sardinella aurita* fumés traditionnellement. *Microbiologie et Hygiène Alimentaire*, 19, 55, 37-42.
21. Salihu M.D., Junaidu A.U., Magaji A.A., Aliyu R.M., & Yakubu Y., 2010, Bacteriological quality of traditionally prepared fried ground beef (*Dambun nama*) in Sokoto, Nigeria. *Adv. J. Food Sci.Techn.* 2, 3, 145-147.
22. Sanni A.I., Asiedu M. & Ayernor G.S., 2002, Microflora and chemical composition of *Monomi*, a Ghanaian fermented fish condiment. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 577-583.
23. Thomas A., Lallo C.H.O. & Badrie N., 2006, Microbiological evaluation of broiler carcasses, wash and rinse water from pluck shops (cottage poultry processors) in the county Nariva/Mayaro, Trinidad, Trinidad and Tobago, West Indies. *Tropicultura*, 24, 3, 135-142.
24. Vanderzant C. & Splittstoesser D., 1992, *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. USA, Edwards Brothers, 3th Edition.
25. Yousuf A.H.M., Ahmed M.K., Yeasmin S., Ahsan N., Rahman M.M. & Islam M.M., 2008, Prevalence of microbial load in shrimp, *Penaeus monodon* and prawn, *Macrobrachium rosenbergii* from Bangladesh. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4, 852-855.

Rose Koffi-Nevry, Ivorian, Scientist Professor of Microbiology (Maître de Conférences), University of Abobo-Adjame, Department of Food Science and Technology (UFR-STA), Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, 02 BP 801, Abidjan 02, Ivory Coast.
E-mail: rosenevry2002@yahoo.fr

Marina Koussémon, Ivorian, Scientist Professor of Microbiology (Maître de Conférences), University of Abobo-Adjame, Department of Food Science and Technology (UFR-STA), Laboratory of Biotechnology and Food Microbiology, 02 BP 801, Abidjan 02, Ivory Coast.
E-mail: marinakoussemon@yahoo.fr

Viabilité et développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences

J. Segnou¹, Amougou Akoa² & E. Youmbi³

Keywords: *Capsicum annum* L.- Seeds- Packaging- Viability- Seedling- Cameroon

Résumé

Une étude sur la viabilité et le développement végétatif des plantules de piment (*Capsicum annum* L.) suivant différents matériels de conditionnement des semences a été menée à l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Njombé au Cameroun. Des tests de germination ont été faits à intervalles de 30 jours pendant 24 semaines de conservation de semences à température ambiante au laboratoire. Quatre variétés de piment (Safi, Big sun, Thaïlande et Local) conservées dans 5 matériels de conditionnement des semences (boîtes en verre, boîtes en plastique, sachets en papier, sachets en polyéthylène et sachets en aluminium) étaient utilisées. L'essai était mis en place suivant un dispositif factoriel 4 x 5 (4 variétés de piment x 5 matériels de conditionnement des semences), soit 20 traitements en 5 répétitions. A chaque test, le comptage de graines germées avait lieu chaque jour pendant une période de 15 jours. Pour estimer le développement végétatif des plantules, on a élevé à chaque test dans des sachets en polyéthylène remplis de terre locale superficielle, 5 plantules de chaque variété de piment issue de chaque matériel de conditionnement de semences. Chaque échantillon était répété 10 fois. Trente jours après le semis, les observations étaient faites sur les paramètres du développement végétatif. Les résultats obtenus montrent que pour toutes les variétés de piment, le taux de germination est élevé immédiatement après la préparation des semences. Puis la perte de la viabilité est lente lorsque les semences sont conditionnées dans les sachets en aluminium, et plus accélérée lorsque les semences sont conditionnées dans les sachets en papier et les sachets en polyéthylène; les autres matériels de conditionnement occupent des positions intermédiaires. De même, les plantules issues des semences conditionnées dans les sachets en aluminium sont plus vigoureuses que celle issues des semences conditionnées dans les sachets en papier et les sachets en polyéthylène tout au long du temps de conservation des semences (6 mois). La perméabilité de ces deux derniers matériels de conditionnement à l'air et à l'humidité serait à l'origine du vieillissement et de la perte de la viabilité accélérés des semences qui y sont conditionnées.

Summary

Germination and Seedling Development from Pepper (*Capsicum annum* L.) Seeds following Storage in Different Packaging Materials

A study on the germination and seedling development from pepper (*Capsicum annum* L.) seeds following storage in different packaging materials was carried out at the Institute of Agricultural Research for Development (IRAD), Njombe Multipurpose Research Station in Cameroon. Germination tests were conducted at 30 days intervals during 24 weeks of seed conservation in the laboratory at ambient temperature. Seeds were prepared from 4 pepper varieties (Safi, Big sun, Thaïlande and Local) and stored in 5 packaging materials (glass vial, plastic vial, laminated aluminium foil packet, paper and plastic envelope). The experiment was laid out in a 4 x 5 factorial design (4 varieties of pepper x 5 packaging materials) making 20 treatments in 5 replications. At each germination test, germinated seeds were counted everyday during 15 days. To estimate seedling development, 5 seedlings from each pepper variety issued from each packaging material was grown during each germination test in a polythene bag filled with local topsoil. Each sample was repeated 10 times. Thirty days after sowing, observations were made on seedling development parameters. The results obtained show that germination rate is higher immediately after seed preparation for all pepper varieties. Thereafter germination rate declines slowly when seeds are stored in laminated aluminium foil packets and rapidly when they are stored in paper and polythene envelopes. The other packaging materials occupy intermediary positions. Also, seedlings issued from seeds stored in laminated aluminium foil packets are more vigorous than those issued from seeds stored in paper and polythene envelopes during seed conservation period (6 months). The rapid loss of viability in pepper seeds stored in the two last packaging materials could be attributed to their permeability to air and humidity which accelerates seed ageing and deterioration.

¹Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Station Polyvalente de Recherche de Njombé, BP 13, Njombé, Cameroun. <segnoujean@yahoo.fr>

²Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Yaoundé I, BP 812, Yaoundé, Cameroun. <aakoa08@gmail.com>

³Département de Biologie et Physiologie Végétales, Laboratoire de Biotechnologie et Environnement, Unité de Physiologie et Amélioration végétale, Université de Yaoundé I, BP 812, Yaoundé, Cameroun. <youmbi_emmanuel@yahoo.fr>

Reçu le 06.07.11 et accepté pour publication le 30.11.11.

Introduction

Les cultures horticoles des zones rurales, périurbaines et urbaines constituent une source dynamique de nourriture et de revenus dans de nombreuses villes africaines. Le piment, en particulier, est une plante polyvalente utilisé soit comme épice, soit comme légume-fruit dans la plupart des mets (1). Les piments très piquants provoquent une forte salivation, participent à la digestion et ont un effet laxatif. La capsaïcine, principe actif du piment, stimule les muqueuses de la bouche, de l'estomac et des intestins, provoquant de forts mouvements péristaltiques (11). En raison de l'importance que joue le piment sur les plans médical, alimentaire et économique, il est indispensable qu'une attention toute particulière soit accordée à la conservation des semences de cette plante, en vue d'assurer la régénération végétale d'une campagne agricole à une autre. Le vieillissement des semences et la perte de la capacité de germination ne peuvent pas être stoppés, mais ils peuvent tout au moins être retardés par des conditions appropriées de conservation. Les deux facteurs environnementaux les plus importants et inter-dépendants qui influencent la perte de germination sont l'humidité relative (HR), qui contrôle la teneur en eau de la semence, et la température de conservation; plus ces facteurs sont élevés, plus rapidement les semences se détériorent. A une température et une humidité données, la longévité des semences peut aussi dépendre du matériel de conditionnement choisi. Les matériels de conditionnement les plus couramment utilisés sont: verre, papier, film en aluminium, film en polyéthylène, tissu, sac en jute avec ou sans doublure plastique (6). Bien que la conservation des semences dans des boîtes serties, du verre ou des sachets en aluminium garantisse une longue conservation des semences en raison de leur inaccessibilité à l'air et à l'eau, le plastique est le matériel le plus fréquemment utilisé car il est facilement disponible, bon marché et de manipulation aisée. Le papier est aussi couramment utilisé pour des conservations de courte durée, bien que n'offrant aucune protection aux variations d'humidité; lorsque le temps de conservation s'allonge, les semences qui y sont contenues sont exposées à l'infection par des champignons (17).

Le développement des plantules est l'une des composantes qui est connue comme étant inversement proportionnelle au vieillissement des semences (2, 9). Cette situation déplorable a été attribuée à certains dommages que subit l'embryon au cours du stockage des semences. Etant donné que des semences préparées à partir de différents cultivars peuvent subir différentes vitesses de vieillissement selon les différents matériels de conditionnement utilisés pour les conserver, la présente étude a été entreprise en vue d'examiner (i) l'effet de différents matériels de conditionnement sur la maintenance de la viabilité des semences de quatre variétés de piment

au cours de la conservation, et (ii) la relation entre l'âge de la semence et le développement des plantules de piment en pépinière.

Matériel et méthodes

Trois variétés sélectionnées de piment (Safi, Big sun, et Thaïlande) et une variété locale (témoin) ont constitué le matériel végétal utilisé pour cette expérience. Les variétés Safi et Big sun sont des cultivars à gros fruits rouges et jaunes respectivement. La variété Thaïlande et la variété locale ont des fruits de petites tailles. Des échantillons de fruits mûrs ont été prélevés dans la collection de piment maintenue *in vivo* à la station IRAD de Njombé au Cameroun. Ils étaient ensuite étiquetés, et conservés dans des seaux en plastique pendant 8 à 10 jours au laboratoire: ce processus avait pour objectif de parachever la maturation physiologique des graines. Leur extraction a été faite manuellement, suivie de rinçages successifs à l'eau de robinet. A la fin de cette opération, seules les graines propres restées au fond du récipient ont été séchées à l'ombre pendant 4 à 6 jours, jusqu'à un taux d'humidité de 10-12% (test fait à l'aide d'un humidimètre de marque *Dickey-John*). Par ailleurs, en vue d'examiner la viabilité des semences au cours du temps, on a utilisé 5 matériels de conditionnement différents: (i) boîtes en verre; (ii) boîtes en plastique; (iii) sachets en papier; (iv) sachets en polyéthylène; et (v) sachets en aluminium.

Dans ces différents matériels de conditionnement, on a introduit 50 g (1 500 graines environ) de semences de chacune des 4 variétés de piment, et on a fermé hermétiquement. Chaque échantillon était répété 10 fois, chacun correspondant aux différents intervalles de temps (1 mois) auxquels ils devraient être soumis au test de germination. Le dispositif expérimental était de type factoriel 4 x 5 (4 variétés de piment x 5 matériels de conditionnement des semences) soit 20 traitements en 5 répétitions.

A chaque test, on disposait pour chaque variété de piment, de 20 boîtes en plastique par répétition (soit 100 boîtes au total). Puis quelques graines étaient enterrées à 1 cm de profondeur dans chaque boîte remplie de terre superficielle locale stérilisée. Après le semis, l'arrosage était effectué chaque jour dans la serre. Pour qualifier la germination des semences, on a mesuré l'énergie germinative: ce test donne une idée de la vitalité des semences. Il exprime en % le nombre de graines qui lèvent dans un laps de temps relativement court (15 jours). Ce test est important pour le producteur qui peut ainsi estimer le nombre de semences aptes à constituer un lot homogène (2). Pour estimer le développement des plantules de piment issues des différents intervalles de conservation des semences, 4 à 5 semences de chaque variété de piment issues des différents

matériels de conditionnement ont été mises à germer dans des sachets en polyéthylène perforés remplis de terre superficielle bien fertile. Chaque échantillon était répété 10 fois. Après la germination (7 à 10 jours après le semis), on a procédé au démariage, pour ne laisser se développer qu'une seule plantule. Trente jours après le semis, les observations étaient faites sur la hauteur de la plantule (cm), le nombre de feuilles par plantule; ensuite, on a sélectionné 5 feuilles au niveau médian de chaque plantule, et on a noté par feuille: la longueur (cm) et la largeur (cm). On a procédé à l'analyse de régression quadratique en utilisant le logiciel statistique SAS pour obtenir des courbes linéaires suivant les différents matériels de conditionnement des semences.

Résultats

Viabilité des semences

Pour toutes les variétés de piment utilisées au cours de cette expérience, l'énergie germinative est élevée immédiatement après la préparation des semences. Mais une fois conservées dans les différents matériels de conditionnement, ces semences se comportent différemment suivant les variétés. Cependant, la perte du pouvoir germinatif est plus accélérée lorsque les semences sont conditionnées dans les sachets en papier et les sachets en polyéthylène pour toutes les variétés. A l'opposé, l'énergie germinative des semences est plus élevée pendant un temps de conservation plus long lorsque les semences sont conditionnées dans les sachets en aluminium. Les

boîtes en verre et les boîtes en plastique occupent des positions intermédiaires entre les deux groupes de matériels de conditionnement ci-dessus cités (Figures 1a, 1b, 1c, 1d). En général, les variétés Safi et Big sun perdent plus rapidement leur pouvoir germinatif au cours de la conservation des semences immédiatement après la préparation, les différents matériels de conditionnement ne permettant que de retarder un peu le vieillissement des semences. Ce vieillissement est presque total six mois après la conservation des semences, quel que soit le matériel de conditionnement utilisé. Au-delà de ce temps de conservation, le pourcentage de germination est pratiquement nul pour ces deux variétés.

Pour la variété Thaïlande et la variété locale, le pourcentage de germination des semences s'améliore d'ailleurs au cours des 2 à 3 premiers mois de conservation, et la viabilité demeure relativement non affectée pendant cette période de stockage de ce matériel végétal. Au-delà de cette période de conservation, l'effet défavorable de l'âge sur la viabilité des semences commence à se manifester. Vers la mise en place des trois derniers tests de germination, aux 5^e, 6^e et 7^e mois respectivement de conservation des semences, les différences de viabilité entre les différents matériels de conditionnement des semences sont significatives, la conservation étant meilleure dans les sachets en aluminium, et mauvaise dans les sachets en papier et les sachets en polyéthylène. Dans ces deux derniers matériels de conditionnement, des infections fongiques sont visibles sur les semences,

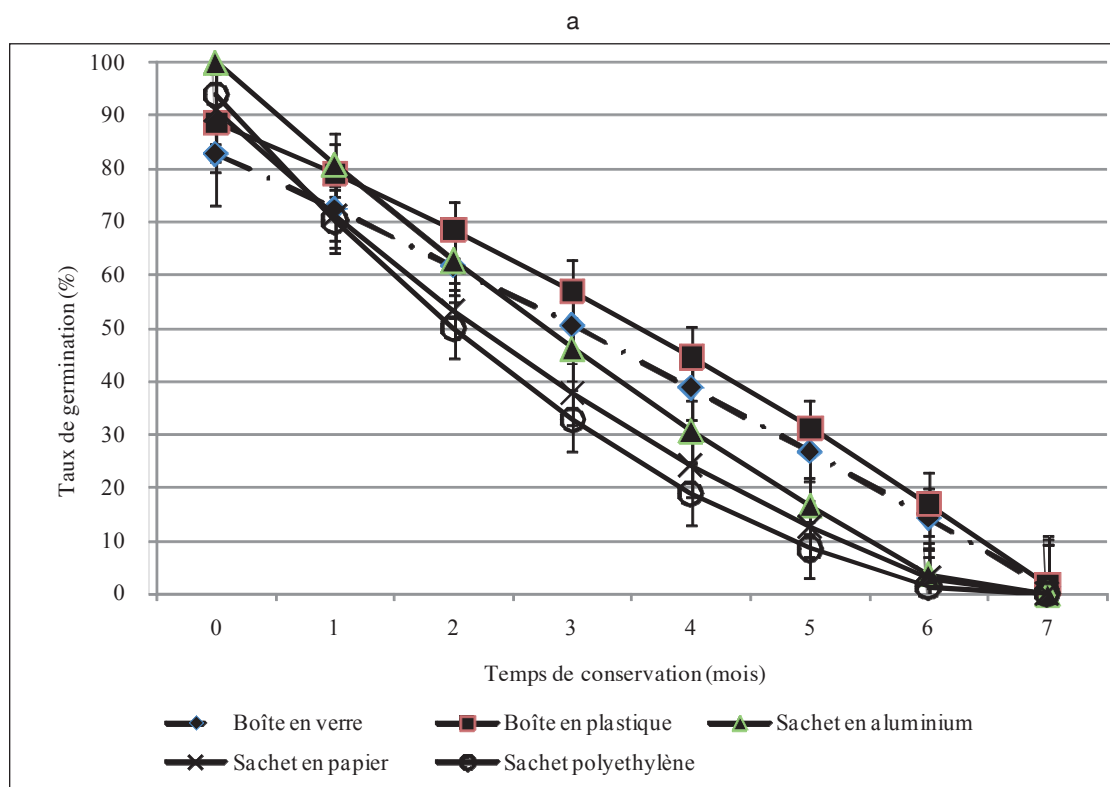


Figure 1: Effet du temps de conservation sur la viabilité des semences de piments (1a= Safi).

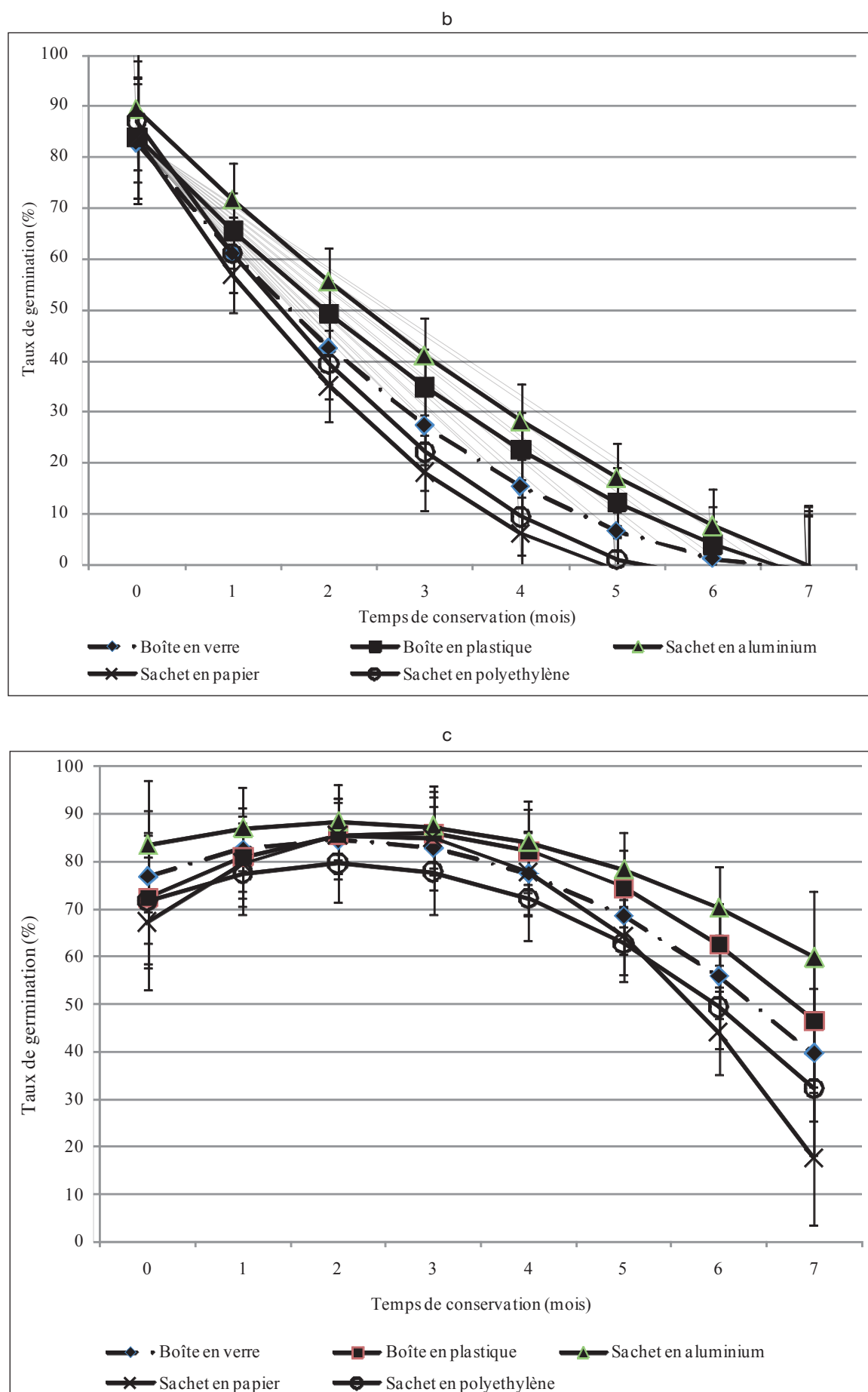


Figure 1: Effet du temps de conservation sur la viabilité des semences de piments (1b= Big sun; 1c= Thaïlande).

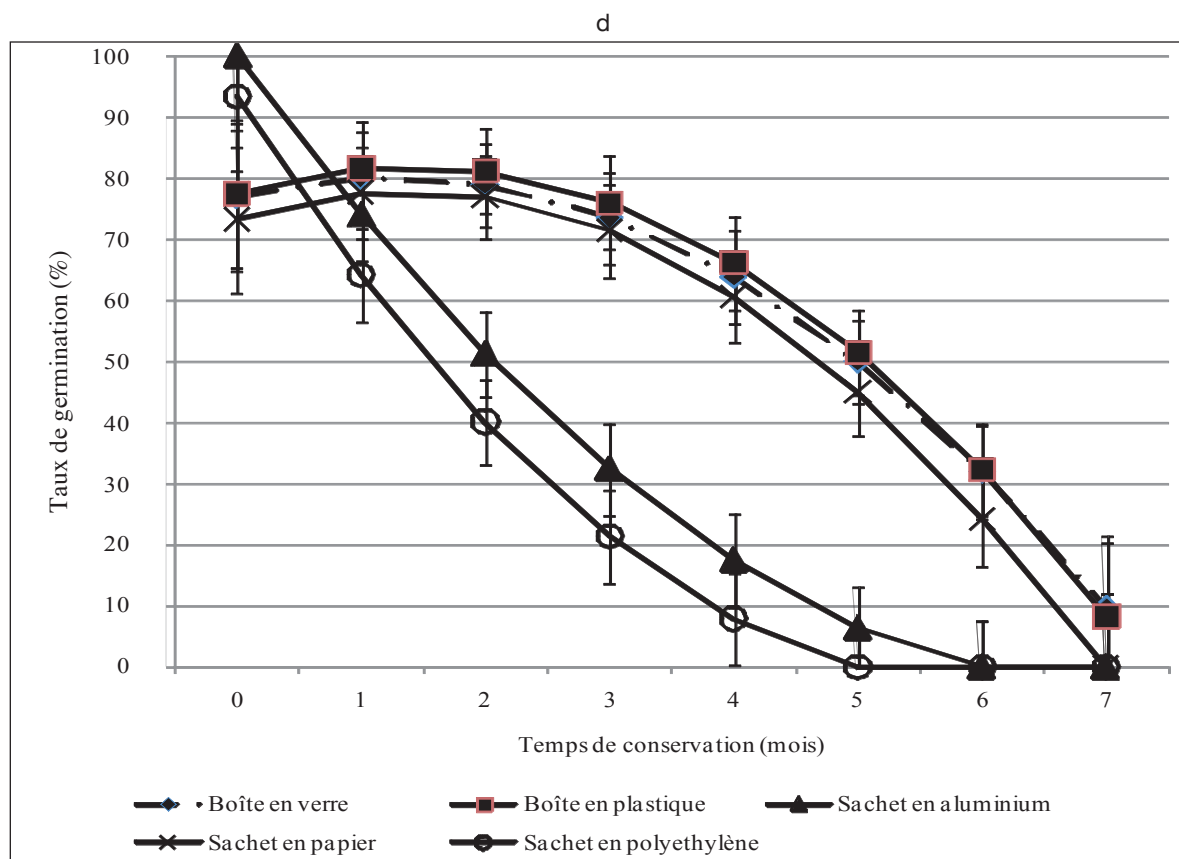


Figure 1: Effet du temps de conservation sur la viabilité des semences de piments (1d= Local).

probablement en raison de leur perméabilité à l'air et/ou à l'humidité. Les semences de la variété locale perdent presque totalement leur viabilité après 6 mois de conservation quels que soient les matériels de conditionnement considérés. Par contre, les semences de la variété Thaïlande continuent à conserver un certain degré de viabilité au-delà de ce temps de conservation.

Développement végétatif des plantules

Les paramètres du développement végétatif des plantules (hauteur de la plantule, nombre, longueur et largeur des feuilles) en général évoluent différemment avec le temps de conservation dans tous les matériels de conditionnement de semences.

Pour la variété Safi, des différences significatives entre les différents matériels de conditionnement de semences sont seulement obtenues entre le 1^{er} et le 2^e mois suivant la préparation des semences, les plantules issues des semences conditionnées dans les boîtes en plastique ayant les hauteurs les plus élevées (Tableau 1). Par contre, les plantules issues des semences conditionnées dans les sachets en aluminium ont les nombres de feuilles les plus élevés, et ces feuilles ont en même temps des dimensions (longueur et largeur) plus grandes. Les sachets en aluminium fournissent donc les plantules les plus vigoureuses, suivis par les sachets en papier; les sachets en polyéthylène donnent les plantules les moins vigoureuses.

Des différences significatives entre les différents matériels de conditionnement des semences, pour la variété Big sun sont obtenues entre le 1^{er} et le 3^e mois suivant la préparation des semences. En effet, les plantules issues des semences conditionnées dans des boîtes en verre ont les hauteurs les plus élevées pendant ce temps de conservation des semences. Par ailleurs, le nombre, la longueur et la largeur des feuilles évoluent plutôt positivement pendant ce temps de conservation des semences, les plantules issues des semences conditionnées dans des sachets en aluminium ayant le nombre le plus élevé. Entre le 3^e et le 6^e mois de conservation des semences, les paramètres du développement végétatif diminuent indépendamment du matériel de conditionnement des semences. Au-delà du 6^e mois de conservation, les semences de la variété Big sun perdent totalement leur viabilité.

Considérant la variété Thaïlande, des différences significatives sont également notées entre les différents matériels de conditionnement entre le 1^{er} et le 3^e mois suivant la préparation des semences. Ici, les plantules issues des semences conditionnées dans des boîtes en verre ont les tailles les plus élevées (12,5 à 13 cm). Les différents paramètres du développement végétatif évoluent positivement du 1^{er} au 3^e mois suivant la préparation des semences, les plantules issues des semences conditionnées dans les sachets en aluminium ayant les performances

Tableau 1
Développement végétatif des plantules de piment issues des semences conditionnées dans différents matériels

Variables	Variétés	Matériels de conditionnement	Temps de conservation des semences (mois)					
			0*	1	2	3	4	5
Hauteur moyenne de la plantule	Safi	A**	11,5 _b	11,3 _{ab}	11,1 _{ab}	8,5 _b	6,3 _c	5,2 _b
		B	12,4 _{ab}	12,0 _a	12,0 _a	8,7 _b	6,0 _c	4,9 _c
		C	12,2 _a	11,8 _{ab}	11,2 _{ab}	9,0 _{ab}	7,2 _{ab}	6,6 _b
		D	12,0 _{ab}	11,8 _{ab}	10,0 _{ab}	10,7 _{ab}	5,0 _c	4,3 _{bc}
		E	10,3 _{bc}	9,5 _b	10,5 _{ab}	9,2 _{ab}	6,0 _c	5,1 _b
	Big sun	A	12,2 _{ab}	12,0 _a	9,7 _b	7,0 _c	5,8 _c	5,2 _b
		B	10,8 _{bc}	10,5 _{ab}	10,4 _{ab}	9,2 _{ab}	5,5 _c	4,9 _{bc}
		C	11,2 _b	10,7 _{ab}	10,0 _{ab}	7,8 _c	5,4 _c	4,7 _{bc}
		D	11,8 _b	11,0 _{ab}	9,4 _b	9,0 _{ab}	5,0 _c	4,1 _{bc}
		E	10,7 _{bc}	10,2 _b	10,0 _{ab}	8,5 _b	4,9 _d	4,5 _{bc}
	Thailande	A	13,6 _a	13,1 _a	12,5 _a	12,0 _a	11,3 _a	10,5 _a
		B	12,4 _{ab}	11,2 _{ab}	10,8 _{ab}	10,3 _{ab}	10,8 _a	9,6 _a
		C	12,9 _{ab}	12,5 _a	11,6 _{ab}	11,1 _a	11,7 _a	10,0 _a
		D	12,5 _{ab}	12,3 _a	11,0 _{ab}	10,5 _{ab}	10,2 _a	9,8 _a
		E	13,1 _a	12,2 _a	12,0 _a	11,2 _a	10,2 _a	10,4 _a
	Local	A	10,2 _{bc}	9,0 _b	8,5 _b	8,0 _b	7,4 _b	6,2 _b
		B	9,6 _c	8,4 _b	8,2 _b	7,8 _c	6,3 _c	5,1 _b
		C	9,2 _c	8,6 _b	8,0 _b	8,2 _b	6,0 _c	4,8 _{bc}
		D	8,8 _c	8,5 _b	8,2 _b	8,0 _b	4,8 _d	3,6 _c
		E	9,1 _c	8,5 _b	8,7 _b	8,5 _b	5,6 _c	3,1 _c
Nombre moyen de feuilles par plantule	Safi	A	8,5 _{ab}	8,0 _{ab}	8,0 _a	7,0 _b	6,7 _c	5,2 _{bc}
		B	8,2 _{ab}	7,5 _b	7,0 _b	7,0 _b	6,5 _c	6,0 _b
		C	9,5 _a	9,0 _a	8,0 _a	7,0 _b	6,5 _c	4,6 _c
		D	8,8 _{ab}	8,6 _{ab}	8,0 _a	8,0 _a	6,7 _c	4,0 _c
		E	9,8 _a	9,0 _a	8,0 _a	8,0 _a	6,5 _c	5,2 _{bc}
	Big sun	A	8,2 _{ab}	7,5 _b	7,3 _b	7,0 _b	7,0 _b	6,2 _b
		B	9,2 _a	9,0 _a	8,5 _a	8,0 _a	6,8 _c	5,4 _{bc}
		C	9,4 _a	8,9 _{ab}	8,5 _a	8,0 _a	6,5 _c	4,8 _c
		D	8,5 _{ab}	8,0 _{ab}	7,5 _b	7,0 _b	6,0 _c	5,6 _{bc}
		E	8,0 _{ab}	7,9 _b	7,0 _b	7,0 _b	6,3 _c	5,4 _{bc}
	Thailande	A	9,4 _a	9,0 _a	8,6 _a	8,0 _a	7,8 _b	6,0 _b
		B	8,5 _{ab}	8,2 _{ab}	8,0 _a	7,9 _b	7,8 _b	7,2 _{ab}
		C	8,0 _{ab}	8,0 _{ab}	7,0 _b	8,0 _a	8,5 _a	8,0 _a
		D	9,0 _a	9,0 _a	8,9 _a	8,0 _a	8,0 _a	7,2 _{ab}
		E	9,6 _a	9,0 _a	8,0 _a	8,6 _a	8,5 _a	6,6 _b
	Local	A	8,5 _{ab}	8,0 _{ab}	8,0 _a	7,0 _b	7,5 _b	6,5 _b
		B	8,9 _{ab}	8,0 _{ab}	8,0 _a	7,0 _b	7,8 _b	5,8 _{bc}
		C	8,4 _{ab}	7,8 _b	7,6 _b	7,0 _b	6,2 _c	5,2 _{bc}
		D	7,5 _b	6,0 _c	6,0 _c	7,0 _b	6,3 _c	6,0 _b
		E	7,7 _b	7,0 _b	8,0 _a	8,0 _a	6,5 _c	6,3 _b
Longueur moyenne de la feuille	Safi	A	11,0 _a	10,8 _a	7,1 _b	7,0 _a	5,7 _{ab}	5,0 _{ab}
		B	9,1 _b	8,8 _b	7,5 _b	6,5 _b	5,7 _{ab}	5,5 _{ab}
		C	9,7 _b	9,5 _{ab}	9,5 _a	6,2 _b	6,1 _a	6,0 _a
		D	8,2 _{bc}	7,9 _{bc}	7,3 _b	7,5 _a	4,2 _b	3,9 _c
		E	8,8 _{bc}	8,8 _b	8,4 _{ab}	7,3 _a	5,9 _{ab}	5,4 _{ab}
	Big sun	A	8,2 _{bc}	7,6 _{bc}	7,5 _b	6,3 _b	6,2 _a	6,0 _a
		B	9,0 _b	8,6 _b	8,2 _{ab}	7,6 _a	5,9 _{ab}	4,4 _b
		C	9,8 _b	9,5 _{ab}	9,8 _a	7,5 _a	5,8 _{ab}	4,5 _b
		D	8,6 _{bc}	7,9 _{bc}	7,5 _b	6,0 _b	5,3 _{ab}	5,0 _{ab}
		E	8,8 _{bc}	8,2 _b	6,7 _c	7,1 _a	4,9 _b	4,5 _b

		Thaïlande	A	9,8 _b	9,7 _{ab}	9,2 _a	6,6 _b	5,6 _{ab}	4,6 _b
			B	8,0 _{bc}	7,7 _{bc}	7,3 _b	6,5 _b	4,8 _b	5,0 _{ab}
			C	8,5 _{bc}	8,5 _b	7,1 _b	7,6 _a	5,2 _{ab}	4,4 _b
			D	9,0 _b	8,7 _b	8,1 _{ab}	6,0 _b	4,9 _b	4,2 _b
			E	7,8 _c	7,8 _{bc}	7,5 _b	7,2 _a	5,4 _{ab}	4,6 _b
		Local	A	7,0 _c	5,9 _c	5,6 _c	6,8 _b	5,5 _{ab}	3,4 _c
			B	6,8 _c	5,6 _c	6,2 _b	6,2 _b	5,7 _{ab}	3,8 _c
			C	7,0 _c	6,7 _c	6,5 _c	6,2 _b	6,0 _a	4,6 _b
			D	6,9 _c	6,7 _c	5,2 _c	6,0 _b	5,2 _{ab}	5,0 _{ab}
			E	7,2 _c	6,8 _c	6,8 _c	6,3 _b	4,6 _b	4,0 _b
Largeur moyenne de la feuille	Safi		A	9,2 _a	9,0 _a	6,5 _b	6,3 _a	3,7 _b	2,8 _c
			B	7,5 _b	7,4 _b	6,4 _b	5,3 _b	4,4 _a	4,2 _a
			C	8,0 _{ab}	7,4 _b	7,9 _{ab}	5,0 _b	4,6 _a	4,1 _a
			D	7,1 _b	6,6 _{bc}	6,1 _b	6,6 _a	3,4 _b	3,1 _b
			E	7,5 _b	7,4 _b	6,6 _b	6,3 _a	4,4 _a	3,2 _b
	Big sun		A	7,4 _b	7,0 _b	6,4 _b	5,3 _b	4,4 _a	3,3 _b
			B	7,2 _b	6,4 _{bc}	6,9 _b	6,1 _a	4,5 _a	3,9 _b
			C	8,2 _{ab}	8,3 _{ab}	8,1 _a	6,6 _a	4,0 _a	3,2 _b
			D	7,2 _b	6,9 _{bc}	6,9 _b	5,6 _b	4,0 _a	3,6 _b
			E	7,0 _b	7,1 _b	6,3 _b	6,1 _a	3,8 _b	3,2 _b
	Thaïlande		A	7,5 _b	6,6 _{bc}	7,4 _{ab}	6,0 _a	1,9 _c	2,0 _c
			B	6,0 _{bc}	5,4 _c	5,9 _{bc}	5,5 _b	1,9 _c	1,8 _c
			C	7,0 _b	6,8 _{bc}	6,5 _b	6,5 _a	2,0 _c	1,3 _c
			D	6,8 _{bc}	6,6 _{bc}	6,2 _b	5,5 _b	2,0 _c	1,5 _c
			E	5,8 _c	5,5 _c	5,3 _{bc}	4,3 _c	2,4 _c	2,1 _c
	Local		A	5,7 _c	5,6 _c	4,7 _c	5,2 _b	4,3 _a	3,5 _b
			B	4,9 _c	4,4 _c	5,8 _{bc}	5,6 _b	3,4 _b	2,8 _c
			C	5,8 _c	4,1 _c	5,4 _{bc}	5,5 _b	4,4 _a	3,5 _b
			D	6,5 _{bc}	6,0 _{bc}	5,0 _{bc}	5,2 _b	3,2 _b	3,0 _b
			E	6,0 _{bc}	5,8 _c	5,7 _{bc}	5,4 _b	3,5 _b	3,0 _b

Pour chaque variable, les valeurs suivies des mêmes lettres dans la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité $P=5\%$.

*: Observations faites immédiatement après la préparation des semences.

** : A= Boîte en verre; B= Boîte en plastique; C= Sachet en papier; D= Sachet en polyéthylène; E= Sachet en aluminium.

les plus élevées. A l'opposé, les plantules issues des semences conditionnées dans des sachets en papier et des sachets en polyéthylène ont les performances les plus faibles. Au-delà du 3^e mois de conservation dans les différents matériels de conditionnement des semences, un déclin notable est observé au niveau de tous les paramètres du développement végétatif, jusqu'à l'âge de 6 mois où la perte de viabilité est observée chez la plupart des semences.

Des différences significatives sont également observées entre les différents matériels de conditionnement des semences pour la variété locale, entre le 1^{er} et le 2^e mois suivant la préparation des semences. Les plantules issues des semences conditionnées dans les boîtes en verre ont les tailles les plus élevées (9 cm), et celles issues des semences conditionnées dans les sachets en polyéthylène les plus faibles (6,5 cm). Les paramètres du développement végétatif évoluent positivement du 1^{er} au 3^e mois après la préparation des semences, où le pic du nombre de feuilles est obtenu chez les plantules issues des semences conservées

dans des boîtes en verre (8 feuilles). Entre le 3^e et le 6^e mois de conservation des semences, les différents paramètres du développement végétatif déclinent drastiquement, particulièrement la longueur et la largeur des feuilles, pour s'annuler vers le 6^e mois de conservation des semences lorsque celles-ci perdent totalement leur viabilité.

Discussion

L'évolution de la viabilité des semences de piment pendant les 2 et 3 premiers mois de conservation (variétés Thaïlande et locale) au cours de cette expérience n'est pas un phénomène inconnu. En effet, il a été rapporté que les semences de piment fraîchement préparées possèdent un niveau de dormance (13, 14); pour ces semences, la dormance est spontanément levée au cours de la période de conservation (5).

Par ailleurs, cette étude a révélé que les semences de piment gardent plus longtemps leur viabilité lorsqu'elles sont conditionnées dans des sachets en

aluminium thermoscellables. Il a aussi été rapporté que les performances offertes par les sachets en polyéthylène en matière de conservation des semences sont supérieures à celles offertes par les sachets en papier: cette supériorité proviendrait du fait que les sachets en polyéthylène, facilement disponibles et bon marché, sont en plus imperméables à l'humidité lorsqu'ils sont bien scellés à la chaleur, alors que les sachets en papier sont plus perméables à l'air et à l'humidité ambiante, donc ne se prêtent qu'à une conservation de semences pendant une durée de temps relativement plus courte (10). Mais cette étude montre que cette assertion n'est pas toujours vérifiée, étant donné que les semences de piment préparées à partir des cultivars Safi, Thaïlande et Local et conditionnées dans des sachets en polyéthylène n'ont pas conservé leur viabilité plus longtemps que celles conditionnées dans les sachets en papier. Ces observations coïncident avec celles faites par d'autres auteurs (8) qui avertissaient que plusieurs types de sachets en polyéthylène ne sont pas imperméables à l'humidité. Il a été rapporté (18) que la température élevée couplée à la faible quantité d'eau produite au cours de la respiration sont susceptibles d'élever la température ambiante autour d'un lot de semences, et par voie de conséquence, affecter de façon significative leur viabilité. De plus, la réduction de l'énergie germinative des semences peut résulter d'une invasion de microorganismes (champignons) au cours de la conservation, phénomène déjà rapporté par d'autres auteurs (4). Au cours de cette étude, des développements fongiques responsables du changement de couleur avaient été observés chez certaines semences de piment (Safi et Big sun) conditionnées dans des sachets en polyéthylène. Comme le polyéthylène est relativement imperméable à l'eau, la condensation de l'humidité et de la température pourrait par conséquent être à l'origine des infections fongiques observées, accompagnée de la rapide perte concomitante de la viabilité (18), comparée à un matériel de conditionnement de semences plus poreux tel le sachet en papier, qui ne peut permettre ce type de condensation des facteurs micro-climatiques.

Les taux croissants d'énergie germinative observés immédiatement après la préparation des semences (variété Thaïlande et variété locale) pourraient être attribués à la présence de certaines semences qui étaient légèrement ou partiellement dormantes, et qui par conséquent ont germé après un temps relativement plus long. Ce phénomène avait déjà été rapporté par d'autres auteurs (6, 12). Une telle dormance partielle peut être levée avec le temps de conservation, rendant ainsi ces semences prêtes

à la germination lorsqu'elles sont placées dans des conditions favorables. En effet, la germination des semences de piment serait soumise à un contrôle hormonal, comme d'ailleurs rapporté par d'autres auteurs (3, 6). Par ailleurs, l'acide gibbérélique (GA) est reconnu avoir la propriété d'accélérer la germination des semences de piment (15).

L'évolution progressive de facteurs de développement (hauteur de la plantule, nombre, longueur et largeur des feuilles) des plantules de piment, après 2 à 3 mois de conservation dans différents matériels de conditionnement des semences suggère que les semences de piment devraient poursuivre leur maturation à l'intérieur du fruit mûr après la récolte de ce dernier au champ, en vue de parachever la maturation physiologique des semences d'une part, et de favoriser une germination ultérieure rapide des semences et un développement vigoureux des plantules d'autre part. Cette pratique agronomique avait déjà été rapportée par d'autres auteurs (16). A l'inverse, lorsque la maturation des semences n'est pas parachevée à l'intérieur du fruit, les plantules issues de ces semences ont tendance à avoir une vitesse de croissance fortement ralentie en pépinière. Ce comportement avait déjà été rapporté par d'autres auteurs (15) qui ont montré que l'acide gibbérélique stimulait le développement des plantules chez le piment. Il n'est donc pas impossible que le développement harmonieux des plantules de piment observé au cours de cette expérience après la conservation dans différents matériels de conditionnement des semences, soit imputable à l'évolution du niveau des promoteurs de la croissance ou à la réduction du niveau des inhibiteurs de croissance au cours de cette conservation.

Conclusion

Les semences de piment se conservent mieux dans des sachets en aluminium, et moins dans les sachets en papier et les sachets en polyéthylène. Lorsque les sachets en aluminium ne sont pas disponibles, on peut avoir recours aux boîtes en verre ou en plastique vissables hermétiquement. Les sachets en papier ou en polyéthylène ne doivent être sollicités que pour une conservation à moyen terme (ne dépassant pas 3 mois). L'utilisation des semences issues des fruits fraîchement récoltés est à éviter, si une énergie germinative élevée des semences et un développement vigoureux des plantules doivent être garantis; des stocks de semences de piment conservés depuis plus de 4 mois ne devraient pas être choisis pour la mise en place d'une pépinière, car l'énergie germinative ainsi que le développement des plantules issues de ces semences sont médiocres.

Références bibliographiques

1. Bosland P. & Votara E.J., 2001, Peppers: vegetable and spice *capsicums*. NW State University, USA. CABI Publishing, Wallingford, UK. 216 p.
2. Bouthérin D. & Bron G., 1989, Multiplication de plantes horticoles. Techniques et Documentation. Edition Lavoisier, Paris, France. 113 p.
3. Byrd H.H., 1970, Effect of deterioration of soyabean seed on storability and field performance. PhD Thesis. Mississippi State University, USA.

4. Demir I. & Ellis R.H., 1992, Development of pepper (*Capsicum annuum*) seed quality. *Annals of Applied Biology*, 121, 385-399.
5. Dorworth E. & Christensen M., 1968, Influence of moisture content, temperature and storage time upon changes in fungus flora germinability and fat acidity values of soybeans. *Phytopathology*, 58, 1457-1459.
6. Ellis R.H., Hong T.D. & Roberts E.H., 1983, Procedure for safe removal of dormancy from rice seeds. *Seed Science and Technology*, 11, 72-112.
7. Ellis R.H., Hong T.D. & Roberts E.H., 1985, Handbook on seed technology for genebanks. International Board for plant Genetic Resources (IBPGR), Volume 1, 210 p.
8. FAO/IBPGR, 1994, Genebank Standard. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. International Board for Plant Genetic Resources Institute, Rome.
9. Grabe D.F., 1965, Prediction of relative storability of corn seedlots. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts (AOSA)*, 55, 92-96.
10. Grabe D.F. & Isely D., 1969, Seed storage in moisture resistant packages. *Seed World*, 104, 2-5.
11. Grubben G.J.H. & El Tahir I.M., 2004, *Capsicum annuum* L. In: Grubben G.J.H. & Denton O.A. (Editeurs). PROTA 2/ Vegetables/Légumes. PROTA, Wageningen, Pays-Bas. 19 p.
12. Idemir & Gokcu, 2005, Effect of postharvest maturation treatment on germination and potential longevity of pepper (*Capsicum annuum*) seeds. *Indian Journal of Agricultural Science*, 75, 19-22.
13. Oladiran J.A. & Ogunbiade S.A., 2000, Germination and seedling development from pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds following storage in different packaging materials. *Seed Science and Technology*, 28, 413-419.
14. Randle W.M. & Honma S., 1981, Dormancy in peppers. *Scientia Horticulturae*, 14, 19-25.
15. Sosa-Coronel J. & Motes J.E., 1982, Effect of Gibberelic acid and seed rate on pepper seed germination in aerated water columns. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 107, 290-295.
16. Sundstrom F.J. & Edwards R.L., 1989, Pepper seed respiration, germination, and seedling development following seed priming. *HortScience*, 24, 2, 343-345.
17. Tene F.D., Ravalo J.B. & Rodda E.D., 1978, Changes in viability and micro-flora of soybean seeds stored under various conditions. *Puerto Rico University Bulletin*, 62, 255-264.
18. Thomson J.R., 1979, An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd, East Kilbride, Scotland, 251 p.

J. Segnou, Camerounais, Ingénieur agronome, DEA, Chercheur (Grade de Chargé de Recherche) à IRAD, Station Polyvalente de Njombé, Cameroun.

Amougou Akoa, Camerounais, Doctorat d'état, Professeur et Chef du Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Yaoundé I, Cameroun.

E. Youmbi, Camerounais, Doctorat, HDR, Maître de Conférences au Département de Biologie et Physiologie Végétales, Université de Yaoundé I, Cameroun.

Effet de *Panicum maximum* sur la productivité des femelles primipares durant le cycle de reproduction chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.)

N'Goran D.V. Kouakou^{1*}, E. Thys², M. Danho¹, E. Nogbou Assidjo¹ & J.-F. Grongnet³

Keywords: Malnutrition- Re-feeding- Reproduction- Lactation, Guinea pig- Ivory Coast

Résumé

En Côte d'Ivoire, les cobayes (*Cavia porcellus*) sont alimentés principalement avec *Panicum maximum*. Afin d'évaluer l'effet de celui-ci durant la gestation et l'allaitement (CR) de ces animaux, des femelles primipares ont reçu ad libitum, du *Panicum maximum* seul pendant tout le CR (MOD1), ou associé avec du granulé pour lapin (Gl) pendant l'allaitement (MOD2), ou associé avec du Gl pendant la deuxième moitié de la gestation et l'allaitement (MOD3), ou associé avec du Gl pendant tout le CR (MOD4). Le nombre moyen de corps jaunes par femelle était de $1,3 \pm 0,5$ et $2,0 \pm 0,0$ respectivement pour MOD1 et MOD4. Aucune mortalité pré-embryonnaire n'a été enregistrée. Les poids moyens des jeunes cobayes de MOD1 ($54,7 \pm 10,2$ g) n'étaient que 55% de ceux de MOD4 ($98,6 \pm 13,6$ g). Au sevrage, les gains de poids des jeunes cobayes de MOD1 ($40,5 \pm 22,2$ g), représentaient moins du tiers de ceux obtenus avec les autres régimes qui ne différaient pas significativement entre eux. L'accroissement pondéral des reproductrices à la fin du CR n'était que de $17 \pm 13,3\%$ pour MOD1 contre plus de 50% pour MOD2, MOD3 et MOD4. La distribution de *Panicum maximum* seul, induit une malnutrition chronique responsable du faible taux d'ovulation et du retard de croissance chez les cobayes.

Summary

Effect of *Panicum maximum* on Productivity of Primiparous Females during Reproduction Cycle in Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L.)

In Ivory Coast, Guinea pigs reared for meat (*Cavia porcellus* L.) are mainly fed with *Panicum maximum*. To assess the effect of the latter during pregnancy and lactation (RC) of these animals, primiparous dams were fed ad libitum, *Panicum maximum* alone during the RC (MOD1) or associated with pellets for rabbits during lactation (MOD2), or associated with pellets for rabbits during the last part of the pregnancy period and the lactation (MOD3), or associated with pellets for rabbits during the entire RC (MOD4). The number of corpora lutea per female was 1.3 ± 0.5 and 2.0 ± 0.0 respectively for MOD1 and MOD4. No pre-embryonic mortality was recorded. The mean weight of the young guinea pigs of MOD1 (54.7 ± 10.2 g) was only 55% of that of MOD4 (98.6 ± 13.6 g). At weaning, the average weight gain of young guinea pigs of MOD1 (40.5 ± 22.2 g) represented a third of those obtained with other diets that did not significantly differ. At the end of RC, the weight gain of dams was $17 \pm 13.3\%$ for MOD1 compared to 50% for MOD2, MOD3 and MOD4. Feeding *Panicum maximum* alone induces chronic malnutrition which in turn is responsible of the low ovulation rate and reduced growth in guinea pig breeding.

Introduction

En Afrique subsaharienne, la disponibilité et la qualité des aliments demeurent les plus importantes contraintes de l'élevage de cobayes (14). Plusieurs facteurs concourent à cet état de fait. D'abord, la rareté des sources de protéines indispensables à la bonne croissance, ensuite la saison sèche plus ou moins longue qui entraîne la rareté des fourrages, obligeant les éleveurs à vendre plus tôt leurs animaux, et l'inadaptation des infrastructures d'élevage qui contraignent les animaux à uriner sur leurs aliments, les rendant ainsi inconsommables (9).

Ce déficit nutritionnel est accentué en milieu rural où les populations à faible pouvoir d'achat, consomment fréquemment les mêmes ressources végétales que les cobayes, telles que les feuilles de patates (*Ipomea batatas*) et de manioc (*Manihot esculenta*).

En Côte d'Ivoire, la caviaculture est pratiquée de manière traditionnelle, aussi bien dans les zones urbaines que dans les zones rurales. Bien que présentant des avantages nutritionnels, économiques et sociaux importants, l'élevage des cobayes souffre dans l'ensemble, d'un manque de suivi et de

¹Département de Formation et de Recherche Agriculture et Ressources animales, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB), B.P. 1313, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. Tél: +225 08 39 33 63; Fax: +225 30 64 04 06 kwayki@yahoo.fr

²Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique.

³UMR SENA, INRA-Agrocampus-ouest, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex, France.

Reçu le 05.10.10 et accepté pour publication le 05.12.11.

technicité car mené essentiellement par les enfants et les adolescents, tant pour la consommation familiale que pour la commercialisation (10). Parmi les plantes largement distribuées aux cobayes par ces éleveurs, figure l'herbe de Guinée (*Panicum maximum*). Cette plante, bien pourvue en protéines avec 13% de matières azotées totales dans la matière sèche (MS), après un mois de repousse, devient après huit semaines essentiellement une source de cellulose brute avec plus de 30% de la MS (7). Largement diffusé en Côte d'Ivoire pour l'intensification de la culture fourragère, *Panicum maximum* a l'avantage de ne contenir aucun facteur antinutritionnel (2). Cependant, compte tenu de sa large utilisation dans l'élevage des cobayes, il importe de mieux caractériser l'impact de sa distribution lorsqu'il constitue la totalité de la ration, sur les paramètres de reproduction, de croissance et d'ingestion, durant la période de gestation et de lactation chez la femelle et sa suite. Pour ce faire, *Panicum maximum* frais et non séché a été distribué *ad libitum* à des femelles cobayes primipares à différentes périodes de leur cycle de reproduction (gestation et lactation), associé ou non à un concentré pour lapin commercialisé sous forme de granulés, distribué également *ad libitum*.

Matériel et méthodes

1. Situation du site expérimental

L'étude a été conduite de août à novembre 2009, à la ferme expérimentale de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) (6,5° N.; 5,2° O.). Durant l'essai, la température moyenne et l'humidité relative de la région ont été respectivement de 26 ± 1 °C et de $80 \pm 2\%$. La pluviométrie moyenne mensuelle était de 1100 mm.

2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai

Quarante-huit femelles cobayes primipares nées à la ferme, âgées d'environ trois mois et d'un poids moyen de $323 \pm 10,5$ g, ont été réparties aléatoirement par groupes de quatre dans des loges grillagées de 15 dm². Douze mâles âgés de plus de huit mois, ayant un poids moyen de $800 \pm 24,3$ g et dont la fertilité avait été vérifiée antérieurement avec d'autres femelles, ont été installés en loge individuelle. Ces animaux étaient du type « à poils ras & dessin », possédant une variété de robes dominées par trois couleurs (marron, blanc et noir). Les aliments expérimentaux étaient (i) du *Panicum maximum* frais, récolté quotidiennement au stade épiaison dans le périmètre de l'INP-HB et (ii) du granulé commercial pour lapin de 3 mm de diamètre, à base de graines et sous-produits de céréales, de produits et sous-produits de graines oléagineuses, de poissons, de minéraux, d'huile, de lysine et de méthionine (SIPRA-IVOGRain, Abidjan, Côte d'Ivoire) (Tableau 1). Quatre modes de distribution (MOD) *ad libitum* des deux aliments ont été testés: le premier

consistait à distribuer *Panicum maximum* durant tout le cycle de reproduction (MOD1), le deuxième à distribuer *Panicum maximum* durant tout le cycle de reproduction et le granulé pour lapin à partir de la mise-bas (MOD2), le troisième à distribuer *Panicum maximum* durant tout le cycle de reproduction et le granulé pour lapin à partir de la moitié de la gestation (MOD3) et le quatrième à distribuer *Panicum maximum* et le granulé pour lapin durant tout le cycle de reproduction (MOD4). MOD1 et MOD4 ont été répétés sur quatre groupes de cobayes et MOD2 et MOD3 sur deux groupes. Les quantités de granulé et de *Panicum maximum* distribuées étaient respectivement de 40 g et de 500 g par animal. L'essai a duré 105 jours. Il a débuté par une période d'adaptation aux aliments de deux semaines, avant la mise au mâle. La période de gestation de 70 jours a débuté par l'introduction d'un mâle au sein de chaque groupe de femelles, durant 17 jours correspondant à un cycle œstral. Vingt-cinq jours après la mise au mâle, huit femelles soumises à MOD1 ou MOD4 ont été euthanasiées par injection d'une surdose de Diazepam (Hoffmann-La Roche, Bâle, Suisse) en intra péritonéal, avant de subir une laparotomie. Les ovaires ont été retirés et le nombre de corps jaune a été compté à l'aide d'un microscope (Model STO, Euromex, Arnhem, Pays-Bas). L'utérus et les cornes utérines ont été examinés et le nombre d'embryons a été compté. Toutes les situations dans lesquelles le nombre de corps jaunes était supérieur au nombre d'embryons dans les cornes utérines étaient considérées comme des cas de mortalité pré-embryonnaire (9). Une semaine avant les mises-bas, toutes les femelles ont été placées en cage individuelle de dimension 50 x 25 cm et 30 cm de hauteur, jusqu'à la fin de la période de lactation de 21 jours. Les aliments et l'eau de boisson ont été distribués deux fois par jour. Les animaux ont reçu régulièrement des morceaux d'orange pour un bon apport en vitamine C. Ils étaient pesés chaque semaine, au cours de la gestation et tous les trois jours, durant la lactation. Au cours de l'essai, des échantillons d'aliments ont été prélevés pour déterminer leurs compositions chimiques (matière sèche, matière minérale, fibre brute, matière grasse et matière azotée totale) (Tableau 1). A la fin de l'étude, les valeurs moyennes par traitement de certains paramètres de reproduction, de croissance et d'alimentation ont été soumises à une analyse de variance à un facteur. La comparaison multiple des moyennes a été effectuée par le test de Student-Neumann-Keuls au seuil de signification de 5% à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

Résultats

Toutes les femelles euthanasiées avaient été fécondées. Le nombre moyen de corps jaunes par femelle a été plus faible ($1,3 \pm 0,5$) chez les femelles recevant uniquement *Panicum maximum* que chez les femelles qui ont reçu, en plus, du granulé pour

Tableau 1
Composition chimique des aliments expérimentaux dans l'expérience

Composition chimique (% MS)	Aliments expérimentaux	
	<i>Panicum maximum</i>	Granulé pour lapin
Matière sèche*	34,6 ± 5,4	91,5 ± 1,8
Matière minérale	9,3 ± 2,1	9,9 ± 1,1
Fibre brute	32,1 ± 1,5	14,6 ± 3,6
Matière grasse	2,5 ± 0,5	3,3 ± 1,2
Matière azotée totale	9,6 ± 0,9	13 ± 0,5
Energie métabolisable (Kcal.kg ⁻¹ MS)**	819,1	2435,2

Matière sèche* = matière sèche en % de la matière fraîche

L'Energie Métabolisable (EM**) a été calculée selon la formule Sibbald cité par Kenfack *et al.* (9) suivante: EM= 3951 + 54,4 MG – 88,7 CB – 40,8 MM où MG= matière grasse; CB= fibres; M= matière minérale.

lapin (2,0 ± 0,0) et ce, de manière significative (P< 0,05). Aucune mortalité pré-embryonnaire n'a été enregistrée. Durant le 1^{er} mois de gestation, l'évolution pondérale des femelles n'a présenté aucune différence significative entre les traitements. Au cours de la gestation, la dernière pesée a exprimé un effet significatif des traitements sur l'évolution pondérale des femelles. Les poids moyens des femelles des lots MOD1 (480,9 ± 35,7 g) et MOD2 (483,7 ± 39,7 g) étaient significativement inférieurs à celui des femelles

du lot MOD3 (660,5 ± 55,0 g). De même, ce dernier était significativement inférieur à celui des femelles du lot MOD4 (732,1 ± 41,1 g). Au terme de la gestation, les poids moyens des femelles des lots MOD3 et MOD4 ont doublé tandis que ceux des lots MOD1 et MOD2 n'ont augmenté que de 50% (Figure 1).

Les différents lots n'ont présenté aucune différence significative au niveau des tailles moyennes des portées (Tableau 2). La taille des portées variait de

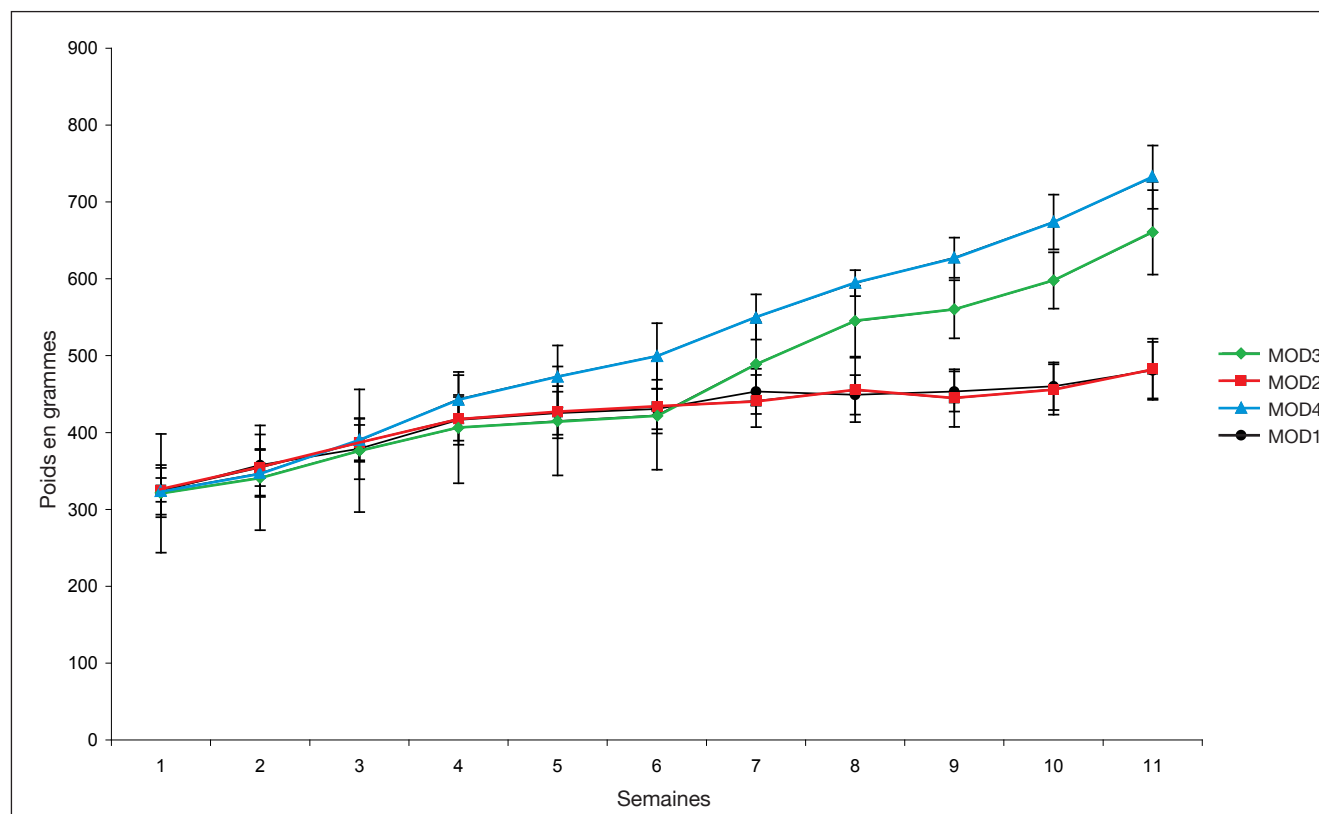


Figure 1: Courbe d'évolution de la croissance des femelles gestantes.

MOD1: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction;

MOD2: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant l'allaitement;

MOD3: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant la deuxième moitié de la gestation et pendant l'allaitement;

MOD4: Distribution de *Panicum maximum* associé au granulé pour lapin *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction.

Tableau 2
Paramètres de la reproduction des cobayes par traitements

Paramètres	Traitements			
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD4
Femelles mises en lutte	8	8	8	8
Femelles ayant mis bas	6	6	6	8
Cochonnets nés morts	0	1	0	1
Cochonnets nés vivants	7	7	10	14
Taille moyennes des portées	1,2 ± 0,4 ^a	1,2 ± 0,4 ^a	1,7 ± 0,5 ^a	1,8 ± 0,7 ^a
Taux de fécondité	87,5%	100% ^b	125%	187,5%
Cochonnets sevrés	6	7	10	14

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même ligne en exposant sont statistiquement identiques.

Taux de fécondité= 100 x [Nombre de cochonnets nés vivants et de cochonnets nés morts]/Nombre de femelles mises en lutte.

MOD1: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction;

MOD2: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant l'allaitement;

MOD3: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant la deuxième moitié de la gestation et pendant l'allaitement;

MOD4: Distribution de *Panicum maximum* associé au granulé pour lapin *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction.

un à deux pour les lots MOD1, MOD2 et MOD3. Quant au lot MOD4, elle variait de un à trois. Les poids moyens à la naissance des cochonnets issus des lots MOD1 (54,7 ± 10,2 g) et MOD2 (56,9 ± 8,9 g) étaient significativement inférieurs à ceux des lots MOD3 (93,4 ± 4,7 g) et MOD4 (98,6 ± 13,6 g) qui, par ailleurs, ne différaient pas significativement entre eux ($P > 0,05$) (Tableau 3). De même, les poids moyens des femelles reproductrices des lots MOD1 et MOD2 étaient significativement inférieurs à ceux des

femelles des lots MOD3 et MOD4 qui ne différaient pas significativement entre eux ($P > 0,05$) (Tableau 3).

La mort d'un jeune a été enregistrée au cours de l'allaitement parmi les animaux du lot MOD1. Au sevrage, MOD3 et MOD4 ont induit chez les jeunes cobayes, des poids moyens statistiquement identiques et supérieurs à ceux des lots MOD1 et MOD2 qui différaient significativement entre eux (Tableau 3). Les gains moyens quotidiens (GMQ) des jeunes cobayes

Tableau 3
Paramètres de croissance des animaux au cours de l'allaitement

Animaux	Paramètres	Traitements			
		MOD1	MOD2	MOD3	MOD4
Jeunes cobayes	Pmn ⁽¹⁾	54,7 ± 10,2 ^b	56,9 ± 8,9 ^b	93,4 ± 4,7 ^a	98,6 ± 13,6 ^a
	Pms ⁽²⁾	95,3 ± 30,0 ^c	187,3 ± 32,3 ^b	243,2 ± 17,8 ^a	242,0 ± 29,1 ^a
	Gain de poids	40,5 ± 22,2 ^a	130,4 ± 24,0 ^b	149,8 ± 14,1 ^b	143,4 ± 17,2 ^b
	GMQ (g.j ⁻¹) ⁽³⁾	1,9 ± 1,0 ^b	6,2 ± 1,1 ^a	7,1 ± 0,7 ^a	6,8 ± 0,8 ^a
	TCS (%/j) ⁽⁴⁾	2,5 ± 0,9 ^d	5,7 ± 0,2 ^b	4,6 ± 0,2 ^a	4,3 ± 0,2 ^c
Reproductrices	Pmmb ⁽⁵⁾	396,2 ± 30,8 ^{bA}	396,2 ± 30,2 ^{bA}	523,9 ± 26,9 ^{aA}	563,2 ± 46 ^{aA}
	Pmrs ⁽⁶⁾	386,4 ± 44,4 ^{bA}	508,5 ± 49,3 ^{aB}	530,8 ± 13,9 ^{aA}	566,8 ± 41,7 ^{aA}
	GMQ (g.j ⁻¹) ⁽⁷⁾	0,1 ± 0,4 ^a	5,3 ± 1,0 ^b	0,3 ± 1,4 ^a	0,2 ± 1,3 ^a
	TCS (%/j) ⁽⁸⁾	0,5 ± 1,5 ^a	1,2 ± 0,1 ^b	0,1 ± 0,3 ^a	0,0 ± 0,2 ^a

Les moyennes portant les mêmes lettres en exposant minuscules sur la même ligne sont statistiquement identiques.

Les moyennes portant les mêmes lettres en exposant majuscules sur la même colonne sont statistiquement identiques.

(1) Pmn: poids moyen à la naissance;

(2) Pms: poids moyen des jeunes cobayes au sevrage;

(3) Gain Moyen Quotidien GMQ (g.j⁻¹)= (Pms-Pmn)/Durée de la période (21 jours);

(4) Taux de Croissance Spécifique TCS (%/j)= 100 x [Ln (Pms)-Ln (Pmn)]/Durée de la période (21 jours);

(5) Pmmb: poids moyen à la mise bas;

(6) Pmrs: poids moyen des reproductrices au sevrage;

(7) Gain Moyen Quotidien GMQ (g.j⁻¹)= (Pmrs-Pmmb)/Durée de la période (21 jours);

(8) Taux de Croissance Spécifique TCS (%/j)= 100 x [Ln (Pmrs)-Ln (Pmmb)]/Durée de la période (21 jours);

Ln: Logarithme népérien.

Tableau 4
Ingestion des aliments expérimentaux frais non séchés séparés par femelles suitées

Stades physiologiques	Aliments expérimentaux (kg)	Traitements			
		MOD1	MOD2	MOD3	MOD4
Gestation ⁽¹⁾	<i>Panicum maximum</i>	19,3 ± 1,2 ^a	19,2 ± 1,0 ^a	16,7 ± 0,6 ^b	12,2 ± 0,3 ^c
	Granulé pour lapin	0	0	1 ± 0,5 ^a	1,8 ± 0,1 ^b
Allaitement ⁽²⁾	<i>Panicum maximum</i>	6,4 ± 0,3 ^a	5,8 ± 0,3 ^b	5,7 ± 0,4 ^c	5,6 ± 0,6 ^d
	Granulé pour lapin	0	0,5 ± 0,1 ^a	0,6 ± 0,1 ^b	0,9 ± 0,1 ^c

Les valeurs portant les mêmes lettres en exposant sur la même ligne sont statistiquement identiques.

(1) La durée de la gestation est de 70 jours;

(2) La durée de l'allaitement est de 21 jours.

ayant consommé le granulé pour lapin au cours de l'allaitement ne différaient pas significativement ($P > 0,05$). Concernant les taux de croissance spécifique (TCS) des jeunes cobayes, les traitements différaient significativement les uns des autres ($P < 0,05$), le meilleur TCS ayant été enregistré avec MOD2 (Tableau 3).

Les traitements contenant le granulé pour lapin au cours de l'allaitement ont induit des poids moyens des femelles reproductrices au sevrage qui ne différaient pas significativement ($P > 0,05$) (Tableau 3). Le GMQ et le TCS des femelles reproductrices n'ayant consommé le granulé pour lapin qu'au cours de l'allaitement différaient significativement ($P > 0,05$) des autres traitements qui ne différaient pas entre eux (Tableau 3).

L'analyse des résultats de l'ingestion des aliments frais non séchés séparés indique que le granulé pour lapin s'est substitué au *Panicum maximum* quelque soit le stade physiologique des femelles (gestation ou lactation) (Tableau 4). Par ailleurs, au cours de la lactation, les quantités de *Panicum maximum* ingérées en moins par rapport à celles du granulé pour lapin consommées en plus, différaient selon les traitements. En effet, le taux de substitution du granulé

pour lapin est de 1,2 pour le traitement MOD2; de 1,16 pour le traitement MOD3 et de 0,88 pour le traitement MOD4.

Les gains de poids (g) des femelles suitées au cours du cycle de reproduction différaient significativement les uns des autres selon les traitements (Tableau 5). L'analyse de la relation coût relatif des aliments expérimentaux ingérés par femelle suitée au cours du cycle de reproduction et gain de poids résultant, a montré que le traitement MOD2 a induit un gain de poids meilleur pour un coût plus faible, et cela que le coût du fourrage *Panicum maximum* ait été pris en compte ou non (Tableau 5).

Discussion

La distribution de *Panicum maximum* seul aux cobayes a induit une malnutrition chronique compromettant les performances de reproduction en réduisant le potentiel d'ovulation. Des observations identiques ont été faites chez les rats nourris avec un aliment standard pour animaux de laboratoire [AIN-76A (Dyets, Bethlehem, PA)] chez lesquels, l'ovulation, les sites d'implantations embryonnaires à 18 jours de gestation étaient affectés (1). A contrario, le taux d'ovulation supérieur induit dans MOD4 pourrait s'expliquer

Tableau 5
Gain de poids des femelles suitées (en g) et coûts (en F CFA) des aliments expérimentaux distribués frais non séchés

Cycle de reproduction	Traitements			
	MOD1	MOD2	MOD3	MOD4
Gain de poids de femelles suitées	130,7 ± 36,8 ^a	352,4 ± 40,1 ^b	557,0 ± 40,8 ^c	683,9 ± 90,4 ^d
Coût de <i>Panicum maximum</i> ⁽¹⁾	417,1	407,2	362,5	288,6
Coût du granulé pour lapin ⁽²⁾	0	148,4	452,5	757,7
Coût total de l'alimentation	417,1	555,6	815	1046,3
Coût relatif de l'alimentation par 100 g de gain supplémentaire par rapport au coût par 100 g de MOD1	0	62,5	93,3	113,7
Coût relatif de l'alimentation par 100 g de gain supplémentaire par rapport au coût par 100 g de MOD1 ⁽³⁾	0	66,9	106,1	137,0

Les valeurs portant les mêmes lettres en exposant sur la même ligne sont statistiquement identiques.

(1) L'acquisition et la distribution de *Panicum maximum* frais non séché ont été estimées à 8,25 F CFA/kg;

(2) L'acquisition du granulé pour lapin ont été estimées à 280 F CFA/kg;

(3) Le coût de l'alimentation ne tient pas compte de l'acquisition et la distribution de *Panicum maximum* frais non séché.

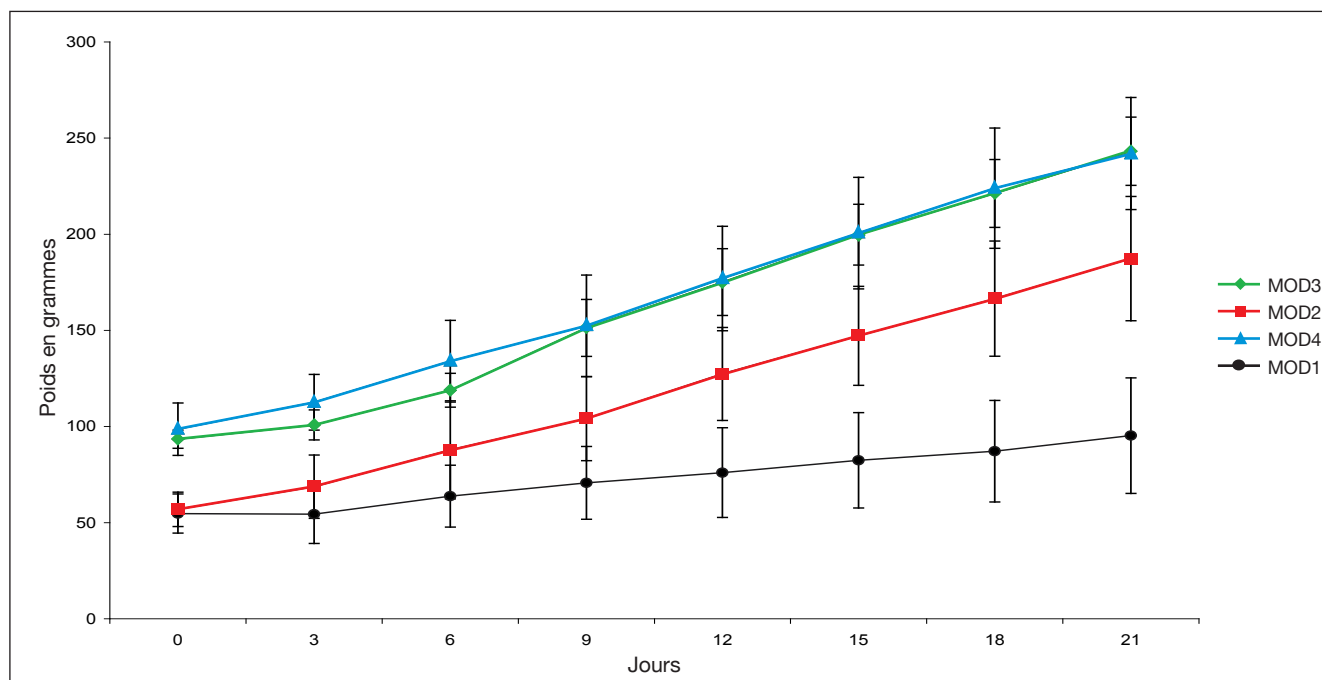


Figure 2: Courbe d'évolution de la croissance des jeunes cobayes durant la période de lactation.

MOD1: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction;

MOD2: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant l'allaitement;

MOD3: Distribution de *Panicum maximum* seul *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction et associé au granulé pour lapin pendant la deuxième moitié de la gestation et pendant l'allaitement;

MOD4: Distribution de *Panicum maximum* associé au granulé pour lapin *ad libitum* durant tout le cycle de reproduction.

par un effet *flushing* comme décrit chez les ovins (16). En effet, selon plusieurs auteurs, l'amélioration de la densité énergétique de la ration, permet entre autres, à court terme d'augmenter significativement les sécrétions hormonales (insuline, leptine, *insulin-like growth factor*- IGF-I-), de même que le taux d'ovulation et la viabilité embryonnaire (3, 13).

Le nombre d'ovulations dans le traitement MOD4 est conforme aux résultats de Wagner & Manning (17) qui indiquent un nombre d'ovulation de 2,2 chez des cobayes primipares dont les besoins nutritionnels sont satisfaits. Nos résultats sont également similaires à ceux de Kenfack *et al.* (9) qui ont obtenu un nombre d'ovulation de 2,0 chez des cobayes au même stade physiologique dont l'alimentation avant l'accouplement, à base de *Pennisetum purpureum* était complémentée par la légumineuse *Arachis glabarta*.

Au cours de la seconde moitié de la gestation, les besoins nutritionnels sont de 16% plus élevés que les besoins de base (11). Malheureusement, la faible valeur nutritive de *Panicum maximum* ingérée et la mauvaise digestibilité de ses nutriments chez le cobaye induisent une couverture insuffisante des besoins des femelles (10). Cette situation, chez les rongeurs, selon Young *et al.* (18) provoquerait une réduction des concentrations de certaines enzymes pancréatiques (trypsine, amylase et lipase) et un ralentissement de la mammogénèse. Pour d'autres auteurs, tels que

Roberts *et al.* (15), le déficit nutritionnel induit par *Panicum maximum* chez le cobaye engendrerait aussi une réduction de la surface placentaire et de la densité de surface du trophoblaste. Il en résulterait selon Dwyer *et al.* (5), une réduction de 35% du poids du placenta et du fœtus et une baisse de 20 à 25% de la masse musculaire des cobayes, attesté par un nombre limité de fibres musculaires au niveau du biceps brachial.

Vu le nombre supérieur de jeunes cobayes obtenu par MOD3, la résorption ou l'avortement spontané de certains fœtus a pu se produire pendant la gestation des femelles alimentées uniquement avec *Panicum maximum* (MOD1 et MOD2), permettant ainsi un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs pour les fœtus viables (5, 18).

Le faible poids des portées à 21 jours de lactation des femelles soumises à MOD1, de 80% inférieur à ceux de MOD4, est conforme aux résultats de Young *et al.* (18) qui indiquent qu'une malnutrition chronique chez des rats recevant 50% du niveau d'ingestion volontaire *ad libitum* d'un aliment standard pour animaux de laboratoire (Purina Rat Chow® Ralston-Purina Co, St Louis, MO), provoque une réduction de 78% du poids des portées après 20 jours de lactation (Figure 2).

Pour ce qui est de la substitution de *Panicum maximum* par le granulé pour lapin, elle résulterait notamment des phénomènes d'interactions digestives négatives

induisant la diminution de l'ingestion volontaire journalière de ce fourrage (4). En effet, l'ingestion à volonté du granulé pour lapin riche en amidon, susciterait le phénomène d'abaissement du pH à partir d'une importante libération d'amidon (12). Ceci entraînerait une activation de l'activité des bactéries amylolytiques et une dépression de la dégradation des constituants pariétaux par les bactéries cellulolytiques, ce qui aurait pour conséquence une diminution significative de l'ingestion de *Panicum maximum* (8). L'apport de vitamine C en plus des aliments expérimentaux dans cet essai, résulte de l'incapacité des cobayes à synthétiser la vitamine C. En effet, le cochon d'Inde est une des rares espèces qui partagent avec l'être humain l'incapacité de produire de la vitamine C. Aussi, les morceaux d'oranges qui leur ont été régulièrement distribués leur ont-ils permis de satisfaire leurs besoins en vitamine C de l'ordre de 50 à 60 mg/kg chez les femelles en gestation ou en lactation (6).

Conclusion

La distribution de *Panicum maximum* seul provoque chez les cobayes une malnutrition chronique qui, à son tour, provoque une très faible productivité et une faible croissance des femelles primipares. S'il est vrai que la complémentation de ce fourrage par le concentré granulé pour lapin induit des résultats significativement supérieurs de productivité des cobayes primipares durant leur cycle de reproduction, il n'en demeure pas moins que son emploi en Côte d'Ivoire sera limité par le manque de moyen des éleveurs concernés, par sa disponibilité restreinte aux grands centres urbains, par son coût élevé et par l'absence de filière de commercialisation véritable pouvant rentabiliser d'éventuels investissements. Aussi, la recherche d'autres sources de compléments à moindre coût, largement disponibles et pouvant se substituer aux granulés pour lapin notamment des compléments verts (les feuilles de patates et *Euphorbia heterophylla*) s'avère indispensable.

Références bibliographiques

- Alexander M.H., Lazan K.S. & Rasmussen K.M., 1988, Effect of chronic protein-energy malnutrition on fecundability, fecundity and fertility in rats. *J Nutr.* 118, 883-887.
- Bindelle J., Ilunga Y., Delacollette M., Muland Kayij M., Umba di M'Balu J., Kindele E. & Buldgen A., 2007, Voluntary intake, chemical composition and *in vitro* digestibility of fresh forages fed to Guinea pigs in periurban rearing systems of Kinshasa (Democratic Republic of Congo). *Trop Anim Health Prod.* 39, 419-426.
- Bocquier F., Caja G., Oregui L., Ferret A. & Molina E., 2002, Nutrition et alimentation des brebis laitières. In: Nutrition, alimentation et élevage des brebis laitières. Maîtrise de facteurs de production pour réduire les coûts et améliorer la qualité des produits. CIHEAM-AMZ, editor. Montpellier, France, 37-55.
- Chenost M. & Kayouli C., 1997, Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. Département de l'Agriculture FAO. (Étude FAO - Production et santé animales), 135.
- Dwyer C.M., Madgwick A.J., Ward S.S. & Stickland N.C., 1995, Effect of maternal undernutrition in early gestation on the development of fetal myofibres in the guinea-pig. *Reprod Fertil Dev.* 7, 1285-1292.
- Fuss S., 2002, Physiologie et pathologie digestive chez le cobaye domestique (*Cavia porcellus*). Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Docteur Vétérinaire, Thèse d'Etat.
- Guérin H., 1999, Valeur alimentaire des fourrages cultivés. In: Cultures fourragères tropicales. Roberge G, Toutain B, editors. France, Montpellier, CIRAD, 93-145.
- Jarrige R., 1995, Le bilan des produits terminaux de la digestion. In: Nutrition des ruminants domestiques. Ingestion et digestion. R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M.-H. Farce et M. Journet Editeurs, INRA Editions. 671-721 pp.
- Kenfack A., Tchoumboué J., Kamtchouing P. & Ngoula F., 2006, Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte. *Tropicultura*, 24, 3, 143-146.
- Kouakou N.D.V., Speybroeck N., Assidjo E.N., Grongnet J.F. & Thys E., Typology of guinea pigs (*Cavia porcellus*) farmers in urban and peri-urban areas in central and southern Ivory Coast, Outlook on Agriculture (accepté pour publication).
- Künkele J., 2000, Energetics of gestation relative to lactation in a precocial rodent, the guinea pig (*Cavia porcellus*). *J Zool.* 250, 533-539.
- Michalet-Doreau B. & Sauvant D., 1989, Influence de la nature du concentré céréales ou pulpe de betterave sur la digestion chez les ruminants. *INRA, Prod Anim.* 2, 4, 235-244.
- Monget P., Froment P., Moreau C., Grimard B. & Dupont J., 2004, Les interactions métabolisme-reproduction chez les bovins: influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne. 23^e Congrès mondial de buiatrics, Québec, Canada.
- Nuwanyakpa M., Lukefahr S.D., Gudahl D. & Ngoupayou J.D., 1997, The current stage and future prospects of guinea pig production under smallholder conditions in West Africa; 2. Cameroon case. *Livest Res Rural Dev* 9, 5.
- Roberts C.T., Sohlstrom A., Kind K.L., Earl R.A., Khong T.Y., Robinson J.S., Owens P.C. & Owens J.A., 2001, Maternal food restriction reduces the exchange surface area and increases the barrier thickness of the placenta in the guinea-pig. *Placenta*, 22, 177-185.
- Thézier M., 1984, Influence de l'alimentation sur les performances de reproduction des ovins. 9^{ème} Journée de la recherche ovine et caprine INRA, ITOVIC, 294-326.
- Wagner J.E. & Manning P.J., 1976, The biology of the guinea pig. Londres, Academic Press.
- Young C.M., Lee P.-C. & Lebenthal E., 1987, Maternal dietary restriction during pregnancy and lactation: effect on digestive organ development in suckling rats. *Am J Clin Nutr.* 46, 36-40.

N'G.D.V. Kouakou, Ivoirien, Ingénieur Agronome, Master of Science en Santé Animale Tropicale, Assistant, Enseignant-Chercheur, Département Agriculture et Ressources Animales de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

E. Thys, Belge, Docteur en médecine vétérinaire, Docteur en sciences vétérinaires, Docteur-assistant, Département de Santé Animale, Institut de Médecine Tropicale, Antwerpen, Belgique.

E.N. Assidjo, Ivoirien, Ingénieur Agronome, Docteur en Chimie Analytique, Maître de Conférence, Enseignant-Chercheur, Département Génie Chimie Agro Alimentaire, Institut National Polytechnique Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire.

J.-F. Grongnet, Français, Ingénieur Agronome, Professeur-Nutrition, Transfert de technologie et développement rural Agrocampus Ouest Rennes, Chercheur associé à l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), France

Labour Arrangements in Cassava Production in Oyo State, Nigeria

N. Abila¹

Keywords: Labour arrangements- Cassava enterprises- Profitability- Productivity- Nigeria

Summary

The study examined the effects of labour arrangements on the profitability of cassava enterprises in Oyo North Area of Oyo State, Nigeria. A multi-stage sampling technique was adopted for data collection, while data were analysed using descriptive statistics and budgetary analysis. The results show that the prevalent labour arrangements for cassava enterprises are: a combination of Family, Hired and Contract labour (38.9%); Family-Hired labour (27.8%); Family-Contract labour (31.1%). The gross margin per hectares across labour arrangements are ₦279481.99 (all-labour), ₦286044.24 (family-hired), ₦216940.10 (family-contract), and ₦235000.00 (family only). The returns on a naira invested on variable costs across different labour arrangements for cassava enterprises are ₦2.04 (all-labour), ₦3.66 (family-hired), ₦2.37 (family-contract), and ₦2.61 (family only). This implies that a unit (₦1) variable cost in the various labour arrangements of all-labour, family/hired, family/contract and family only in cassava production will yield a marginal return of ₦3.04, ₦3.66, ₦2.37 and ₦2.61 respectively. Family-hired labour arrangement yields higher marginal return per unit of manday and one naira spent than all other arrangements. The study recommends among others the application of labour-saving technologies and an optimum combination of various labour arrangements to reduce the cost of labour used in cassava production.

Résumé

Arrangements de travail dans la production de manioc dans l'Etat d'Oyo, Nigeria

L'étude a examiné les effets des accords de travail sur la rentabilité des entreprises de manioc dans le secteur d'Oyo, au nord de l'Etat d'Oyo, au Nigeria. Une technique d'échantillonnage en plusieurs étapes a été adoptée pour la collecte des données, tandis que les données ont été analysées à l'aide de statistiques descriptives et de l'analyse budgétaire. Les résultats montrent que les dispositions qui prévalent pour les arrangements de travail pour les entreprises de manioc sont: une combinaison de la famille, engagés et un contrat de travail (38,9%); famille-travail salarié (27,8%); famille-contrat de travail (31,1%). La marge brute par ha à travers des arrangements de travail sont ₦279481,99 (tout-travail), ₦286044,24 (famille- embauche), ₦216940,10 (famille-contrat), et ₦235000,00 (famille uniquement). Les rendements sur un naira investi sur les coûts variables entre les différentes modalités de travail pour les entreprises de manioc sont ₦2.04 (tout le travail), ₦3,66 (famille-embauche) ₦2,37 (famille-contrat) et ₦2,61 (famille seulement). Ceci implique que l'unité (₦1) du coût variable dans les divers arrangements de travail de tout-travail, la famille-embauche, la famille-contrat et la famille dans la production de manioc produira un rendement marginal de ₦3,04, ₦3,66, ₦2,37 et ₦2,61 respectivement. La main-d'œuvre salariée a donné un rendement supérieur marginal par unité de l'homme-jour et un naira dépensé que tous les autres arrangements. L'étude recommande, entre autres l'application de technologies économisant le travail et une combinaison optimale des divers arrangements de travail pour réduire le coût de la main-d'œuvre utilisée dans la production de manioc.

Introduction

Cassava production is one of the key agricultural enterprises providing household income and is a promising enterprise for poverty alleviation and industrial revolution in Nigeria. Cassava constitutes the bulk of the daily dietary intake of most Africans, particularly those in the countries within root and tuber producing belt, especially in Nigeria. Nigeria continues to be the largest producer of cassava, with the majority of the population below the Niger depending mainly

on the crop for daily dietary requirement. Cassava is an important food security crop with a promising export potential. Cassava is also rated top among potential feedstock for biofuel production in Nigeria (1). The production of cassava is still predominantly manual and labour-intensive, employing mainly traditional tools and manual labour for virtually all production operations. Labour has always been identified as a major limiting factor in peasant farm

¹Department of Industrial Management, University of Vaasa, P.O. Box 700, 65101 Vaasa, Finland. Tel: +358-44-3177440, Email: nelson.abila@uwasa.fi
Received on 05.09.11 and accepted for publication on 06.12.11.

production of crops such as cassava (2, 5). There is a high labour requirement for cassava production operations including land clearing, land preparation, planting, weeding and harvesting (4). Other labour consuming operations are transportation, storage and post harvest processing. The high labour demand is reducing the prospects of producing cassava for food or fuel compared to other staple crops which have lower labour demand. The continuous rural-urban drift, depleting the pool of available farm labour in the rural areas is further stretching the labour availability and cost, leading to increase in cassava production cost.

High cost and scarcity of farm labour, which is a critical input in cassava enterprises, led to the adoption of various labour arrangements. Labour arrangements based on crop sharing and giving of land in lieu of wages or payments have a long history and are widespread, not only in Africa but throughout the tropical world (7). The existence of work peaks makes labour input critical. Work peaks occur because critical tasks such as planting, weeding and harvesting are highly seasonal, time bound and must be completed within a specified period of time. This critical nature of labour in most cases leads to the hiring of labour on a seasonal and contractual basis to reduce the pressure of peak periods. According to Swindell (7), in parts of West Africa, seasonal labour migration between different agro-ecological zones provides a partial solution to labour shortage. Ezedinma (3) observed that labour for cassava and yam production is mostly hired from within the village, neighbouring villages, or villages in neighbouring countries. This study examined and compared the preference and choice of various labour arrangements for various cassava production operations and ascertained their profitability in cassava enterprises in southwest Nigeria. The study brings to the fore issues relating to the productivity of different arrangements, reasons for preference and the viability of the arrangements in cutting down prohibitive labour costs.

Methodology

The study was carried out in three local government areas (LGAs) of Iseyin, Saki West and Saki East of Oyo North Area (Oke Ogun) of Oyo State, Nigeria. The LGAs are purely agrarian and fall within the major root and tuber producing zone of Nigeria. Ninety cassava farmers were purposively and randomly selected for the study. In collecting the primary data, a structured questionnaire was used in the survey. The questionnaire was constructed to elicit information on crop enterprises, availability and use of farm labour for different operations, farmers' preferences for labour types, trend of labour migration, preference and choice of labour, labour peak periods, payment methods, and socio-economic characteristics. Other

questions included are quantity and quality of other inputs used and their cost, farm yield and market value of output, level of mechanisation, adoption of technology, etc. Secondary data was sourced from the Agricultural Development Project at the State Government level to supplement survey data.

The data collected were analysed using descriptive statistics and budgetary analysis (Gross Margin Analysis).

Gross Margin Analysis (GMA) is expressed as:

$$GM = GI - TVC$$

Where, GM= Gross Margin, GI= Gross Income (monetary value of output),

TVC= Total Variable Cost.

This is fully expressed as:

$$GM = \frac{\sum [R - (NLC_j + LC_{ij})]}{\sum ha}$$

Where:

R= Total Revenue

NLC= Non-labour costs

LC= Labour costs

i= For family, hired and contract labour costs components

j= List of farmers

Results and discussion

Socio-economic characteristics of cassava farmers

Two distinct categories of cassava enterprises were identified in the study area. These are Sole Cassava (SC), Cassava Based (CB) – which is cassava production grown either with cowpea, maize or melon on the same plot. More farmers (53%) practiced mixed cropping. The prevalent crop mixtures in CB enterprises are: cassava-cowpea (16.7%), cassava-maize (31.1%), and cassava-melon (5.6%). The average age of cassava farmers is 52 years, while only a few farmers – 23.8% for SC and 25% for CB are below the age of 40 years. Most (97%) of the farmers in the two categories have over 10 years farming experience. Most of the farmers, 93% for SC and 90% for CB enterprises, are male. This indicated and confirmed that cassava like other labour demanding root and tuber crops is a man's crop (6).

The average farm sizes are 1.4 ha for SC and 1.7 ha for CB enterprises. Majority of the farmers in the two categories cultivate less than 2 hectares. This implies that majority of the cassava farmers in the study area cultivate small farm units. This is indicative of the small farm holding that characterised crop production enterprises in sub-Saharan Africa. The small sizes of farm holdings is a key obstacle to implementing an efficient mechanisation of cassava production operations such as land clearing and preparation which would have greatly reduced labour cost and drudgery. Further results revealed 78.6% for SC

and 83.3% for CB do not belong to any farmers group or cooperative through which they can access credit facility, organize the pooling of resources for purchasing inputs at reduced prices as well as facilitating produce marketing for obtaining optimum profit. This lack of cooperation can hamper the delivery of cassava enterprises development interventions delivered through farmers' groups. This can also affect the ability to harness opportunities and niches that come through collective actions of farmers with respect to inputs, crop marketing and participation in participatory crop improvement programs. The low membership of groups is indicative of the extinction of cooperative labour arrangements.

Labour arrangements in cassava production

Four major labour arrangements were identified for cassava production. 38.9 percent of the farmers used all-labour types arrangement available in the area for their production. This labour arrangement uses a combination of family, hired and contract labour. Other labour arrangements are the family-hired labour arrangement (27.8%), family-contract labour arrangement (31.1%), and enterprises using mainly family labour (2.2%). The use of all-labour types arrangement ranked first and family labour alone, ranked last. The use of all-labour type arrangement occurs in situations where partial labour contracting is prevalent. In this situation, farmers employ contract labour for farming operations when at the beginning of the production season there is no capital for employing hired labour, and only revert to hired labour when enough proceeds (from early maturing crops) have been made. Farmers using all-labour types arrangement devote partial contract workers mainly to land moulding and weeding, hired for bush clearing while family labour is engaged mostly for planting and supervision. Family labour featured in all the labour arrangements as farmers and their spouses are involved in the supervision of most operations.

Contract labour

Contract labour arrangements are used in the study area by cassava farmers in combination with family labour and /or hired labour. In contract arrangements, the migratory farm workers from neighbouring countries of Togo, Benin and States in Nigeria (Benue, FCT, Kogi, Nasarawa, Kwara) take up residence on the farm with contracts of one or two years to work for the farmer landlord for the payment of a reward agreed on at the start of the contract or arrived at for every operation, and summed up through the contract period. Contract labour takes two forms: partial or full contract.

Partial contract labour

In partial contract labour arrangements, the farm workers do not take up residence with the farmer. This resembles hired labour but the difference lies in

the deferred payment and the differential in the price paid for labour. The difference between hired labour and contract labour charges ranged between the ratios of 1:1.5 or 1:2. In this arrangement, farmers provide for feeding on the farm on the day the workers are engaged. The availability of labour for farm work is very low in this arrangement. Some of the farmers utilising this form of labour complained of labour shortage during the peak production period. Payment in this form of labour is always in cash, compared with full-contract arrangements with payments done with items such as motorcycles and bicycles, clothing, and return fares to workers place of origin.

Full contract labour

In full contract labour arrangement, farm workers take up residence with farmer landlord, who provides free accommodation and feeding all through the contract period except on workers' weekly free day (mostly Sundays). On such days, workers engage in hired labour called job. Payment for this arrangement is done with an item which is the value of the labour for the contract period. This payment is also complemented with cash. Migratory farm workers return to their countries or States after each contract term or at the end of each season for contracts more than one season. Contract workers are available first for the farmer landlord's work and would require the permission of the farmer (oga loko) to offer their services to other farmers. Full contract provides a form of insurance against labour shortage for critical operations.

Hired labour

Hired labour arrangement is used mainly by farmers who have savings or access to a source of finance for farming. The reward for this labour type is lowest, as price negotiation is always in favour of the farmer. In this arrangement, farmers are price makers, while farm workers are price takers. Hired labour use is prevalent during critical operations of land clearing and weeding for cassava production. Providers of hired labour in most locations are contract farm workers who use their free rest time to engage in short-term jobs for a day in a week or more days during the off-season and indigenous subsistence farmers who have spare time and can dispose of their free labour in return for cash. Workers engage in this arrangement for supplementary income to meet a cash shortage or meet urgent or essential needs.

Labour arrangements and preference by cassava enterprises

Table 1 shows the labour arrangement based on the crop enterprise in the study area. Family labour only is used mainly for SC (2.2%). Fifty percent of CB farmers use all labour types for their production. Family-Contract labour is prevalent for SC (21.1%). These are

Table 1
Labour arrangements by crop enterprises

Labour Arrangement	Sole Cassava		Cassava based (Mixed)	
	Freq	%	Freq	%
Family-Hired labour	10	11.1	15	16.7
Family-Contract labour	19	21.1	9	10.0
Family labour only	2	2.2	0	0.0
All-labour*	11	12.2	24	26.7

* All labour arrangement combining Family, Hired and Contract labour.

the use of all types of labour (family, hired, contract), and combined family-hired labour arrangements. Other arrangements were the combination of family-contract labour and only family labour arrangement. All-labour arrangement is more prevalent in CB enterprises. This result implies sole cropping farmers are more inclined to using family-contract labour than family-hired. The reason for this choice has to do with the lack of capital for running farm business, as many of the farmers have to wait until harvest to clear their labour bills. Cassava farmers in the two different categories of enterprises indicated a higher preference for hired labour in comparison to other forms of labour arrangements. The preference for a particular labour arrangement is based on the perceived benefit of reducing associated labour cost or optimising the available labour for the crop production.

Revenue and cost structures for cassava enterprises

Table 2 shows the revenue, total variable costs, total fixed cost (implements), gross margin and the net farm income (NFI) for sole cassava and cassava based (mixed-cassava) enterprises. Contract labour takes a large share of the total variable costs (TVC) for both farming enterprises; 64.2 percent for sole cassava and 58 percent for cassava based. This agrees with Ogunsumi and Saka (5). The total variable cost for sole cassava enterprise (₦93190.85) is higher than that of cassava based enterprises (86345.96). The gross margins per hectare for sole cassava and cassava based are ₦198386.40 and ₦302275 respectively. This shows mixed cassava cropping (cassava based) had a higher gross margin than the sole cropping. The return to a naira of total variable cost invested in sole cassava and cassava based enterprises are ₦2.10 and ₦3.50 respectively. The results imply that a unit (₦1) invested in sole cassava enterprise will yield a marginal return of ₦2.10, while a unit (₦1) invested in cassava based enterprise will yield a marginal return of ₦3.10. The higher gross margin from cassava based (mixed cropping) enterprises is the highest return per hectare cultivated and this relates to the optimal use of the farming space within a farming season.

Gross margin analysis by labour arrangements

Table 3 shows gross margin per hectare across various labour arrangements. The gross margin per hectares across labour arrangements are ₦279481.99

Table 2
Revenue and Cost Structures for Cassava Farms (Per Hectare)

Items	Sole Cassava Value (₦)*	Percentage TVC	Cassava-based Value (₦)	Percentage TVC
Total Revenue	291577.20		388621.00	
Variable Inputs:				
Pesticide	-	-	-	-
Herbicides	151.01	0.2	18.08	0.0
Fertilizer	402.68	0.4	572.57	0.7
Tractor Hire	973.15	1.0	2418.64	2.8
Planting materials 1	14587.72	15.7	13675.87	15.8
Planting materials 2	-	-	1799.06	2.1
Family labour	8669.65	9.3	7201.97	8.3
Hired labour	8605.52	9.2	10564.54	12.2
Contract labour	59801.12	64.2	50095.23	58.0
Total Variable Costs	93190.85	100	86345.96	100
GM	198386.40		302275.00	
Fixed Costs:				
Cutlass	1869.13		1758.68	
Hoe	2155.03		1917.55	
Knives	451.85		557.26	
Baskets	625.67		771.09	
TFC	5101.68		5004.58	
NFI	193284.70		297270.50	

* \$1 c. ₦151 in 2011.

Note: Planting Materials 1= Cassava Stem; Planting Materials 2= planting materials for other crops combined with cassava in cassava based enterprises.

Table 3
Gross margin analysis by labour arrangements for cassava

Labour arrangement for cassava	Revenue (₦)	Total Variable Costs (₦)	Total Labour Cost (₦)	Gross Margin (₦)
Family-Hired labour	364095.90	78051.66	61153.14	286044.24
Family-Contract labour	308393.90	91453.80	74731.01	216940.10
Family labour only	325000.00	90000.00	75000.00	235000.00
All-labour types	371556.70	92074.72	73728.87	279481.99

\$1 c. ₦151 in 2011.

(all-labour), ₦286044.24 (family-hired), ₦216940.10 (family-contract), and ₦235000.00 (family only). The returns on a naira invested on variable costs across different labour arrangements for cassava enterprises are ₦2.04 (all labour), ₦3.66 (family-hired), ₦2.37 (family-contract), and ₦2.61 (family only). This implies that a unit (₦1) variable cost in the various labour arrangements of all-labour, family-hired, family-contract and family only in cassava production will yield a marginal return of ₦3.04, ₦3.66, ₦2.37 and ₦2.61 respectively. Family-hired labour arrangement yields higher marginal return per unit of manday and one naira spent than all other arrangements. This implies it is more profitable to utilise more of family-hired labour for cassava production.

Conclusion

The study investigated the various labour arrangements used in cassava enterprises in Oyo North area of Oyo State, Nigeria. The various labour arrangements used for cassava production were identified and compared in terms of their profitability. Four major labour arrangements have been found to be prevalent in the study area. These are All-Labour types, seen in the scenarios where farmers apply family, hired and contract labours for their farming operations; family-hired labour, family-contract labour and family labour

only. The fact that majority of cassava farmers use a combination of all types of labour category is due to their inability to engage their preferred (hired labour) or the cheapest type of labour. The preference of the cassava farmers for hired labour is due to the perceived cheaper cost when compared with other types of labour arrangements. The small farm sizes which are indicative of subsistence production objective and problems associated with cassava production (lack of finance and scarcity of labour at some critical period in the production season) explain the farmers' use of various combinations of labour arrangements for optimal crop yield. To reduce the high costs associated with contract and hired labour arrangement, the use of a combination of labour saving technologies – tractorisation and application of herbicides are recommended for optimum management of cassava enterprises.

Acknowledgments

The author appreciates the International Institute of Tropical Agriculture - IITA (Nigeria) for funding the fieldwork and granting graduate research fellowship to the author while the research lasted. The author also appreciates the Fortum Foundation, Finland funding his doctoral study, during which period this article was written.

Literature

1. Abila N., 2010, Biofuels adoption in Nigeria: a preliminary review of feedstock and fuel production potentials. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, **21**, 6, 85-795.
2. Adeyemo R., Oke J.T.O & Akinola A.A., 2010, Economic efficiency of small scale farmers in Ogun State, Nigeria. *Tropicultura*, **28**, 2, 84-88.
3. Ezedinma C.I., 1999, The Effect of population pressure and gender on farm labour use in the cassava producing zones of sub-Saharan Africa. *African Journal of Root and Tuber Crops*, **3**, 2, 7-11.
4. Janssens M., 2001, Root and tuber crops, in: Raemaekers, R.H. (Editor) *Crop production in tropical Africa* (ed Directorate General for International Cooperation (DGIC) Brussels, pp. 165-187.
5. Ogunsumi L.O. & Saka J.O., 2001, Comparative analysis of labour use and efficiency between on-station and on-farm maize production in south-western Nigeria. *Moor Journal of Agricultural Research*, **2**, 60-69.
6. Orkwor G.C., 1998, The importance of yams, in: Orkwor GC, Asiedu R, Ekanayake IJ (Editors), *Food yams: advances in research*. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, 1-12.
7. Swindell K., 1985, *Farm Labour*. Cambridge University Press, Cambridge, 204 p.

N. Abila, Nigerian, Master's degree in Agricultural Economics, Doctoral Student in Economics at the University of Vaasa, Finland.

Analysis of the Technical Efficiency of Small-holder Cocoyam Farms in Ondo State, Nigeria

O.I. Baruwa^{1*} & J.T.O. Oke¹

Keywords: Stochastic production frontier- Technical efficiency- Cocoyam production- Nigeria

Summary

This study carried out an analysis of the technical efficiency of cocoyam production among small scale farmers in Ondo State, Nigeria, and identified some socio-economic factors, which influence productive efficiency. The data used were generated from a farm survey involving fifty cocoyam farmers using combinations of purposive and random sampling techniques. Descriptive statistics, stochastic production frontier model as well as inefficiency model were applied to primary data. A Cobb Douglas production function was used to represent the production frontier of the cocoyam farms. The results indicate that the technical efficiencies of the farmers was found to be fairly high with a mean of 84.3% which suggests that average cocoyam output falls 15.7% short of the maximum possible level. The study further observed that only education was positively correlated and significantly influenced the level of technical efficiency of the farmers while increase in the other socio-economic variables, household size, off-farm income, access to credit and farming experience led to decrease in technical efficiency.

Résumé

Analyse de l'efficacité technique des fermes du taro à l'échelle faible dans l'état d'Ondo, Nigeria

Cette étude a effectué une analyse de l'efficacité technique de production du taro chez les agriculteurs familiaux dans l'état d'Ondo, Nigeria, et identifié certains facteurs socio-économiques, qui influencent l'efficacité productive. Les données utilisées ont été générées d'une enquête sur les exploitations impliquant une cinquantaine d'agriculteurs de taro utilisant des combinaisons de techniques d'échantillonnage téléologique et aléatoire. Les statistiques descriptives, le modèle de production stochastique frontière ainsi qu'une inefficacité modèle ont été appliquées à des données primaires. Une fonction de production de Cobb Douglas a été utilisée pour représenter la frontière de la production des fermes taros. Les résultats indiquent que les gains en efficacité technique des agriculteurs s'est avéré pour être assez élevée avec une moyenne de 84,3%; ce qui suggère que la production moyenne des taros tombe 15,7% de la teneur maximale possible. L'étude a également noté que seul l'éducation était positivement corrélée et influençait de façon significative le niveau d'efficacité technique des agriculteurs. Pour les autres variables socio-économiques, ménage, hors ferme revenu, accès au crédit et expérience d'agriculture conduisent à diminuer l'efficacité technique.

Introduction

Cocoyam ranks third in importance after cassava and yam among the root and tuber crops cultivated and consumed in Nigeria (15). Currently, Nigeria is the world's leading producer of cocoyam, accounting for up to 3.7 million metric tonnes annually (10). This accounted for about 40 percent of total world output of cocoyam (4). Nutritionally cocoyam is superior to cassava and yam in the possession of higher protein, mineral and vitamin contents, the starch is also more readily digested (14, 12). The food energy yield of cocoyam per unit land area is high (12). It could therefore be a potential source of staple food for rural poor households if resources are properly harnessed in its production. In spite of the advantages of cocoyam production, the cultivation is not encouraging as the yield/hectare is low (16). Onwueme (11) noted that the global average yield is only about 6,000 kg/ha.

The ignorance of the nutritive value and diversities of the food form from cocoyam by a large percentage of the populace is a major limiting factor to general acceptability and extensive production of the crop (10).

Research and development in cocoyam production have been meagre compared with other tropical root crops. Clearly if cocoyam is to play a role as a potential source of staple food for rural poor households, new ways of expanding the output in an economically sustainable manner need to be defined. In this context, increasing productivity at the farm level stands as an option because it has potential to generate output growth without increasing quantities of inputs generating negative environmental externalities (13). Productivity growth can be achieved

¹Department of Agricultural Economics, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

*Correspondence: E-mail: aragbon2005@yahoo.co.uk

Received on 09.09.11 and accepted for publication on 06.12.11.

either through technological change (development and adoption of new technologies) or improvement in technical efficiency (ability to obtain maximum output from a given input mix and the existing technology) but the most cost-effective strategy depends on the magnitudes of the inefficiencies (3). When producers are highly efficient, the former is applicable, however if inefficiencies are large the latter is likely the most cost-effective means of raising productivity. This study is therefore designed to provide empirical information on farm level technical efficiency and its determinants among small-scale cocoyam farmers in Ondo State of Nigeria with a view in making recommendations that are feasible in raising the current level of efficiency as technical efficiency is directly related to productivity of the sector.

Efficiency is one of the main factors determining competitiveness. The higher the degree of efficiency the lower will be the unit cost of production and as a result, cocoyam farmers would be able to produce at lower prices. Consequently, more efficient cocoyam farmers would have better chances of surviving and prospering in the future than less efficient ones. Along these lines, analysis of efficiency would provide information about the potential sources of inefficiency. In addition, measures of potential cost savings that can be achieved from improvements in technical and allocative efficiencies could be derived and used by cocoyam farmers as a bench mark to improved competitiveness.

Methodology

The survey was conducted in Ondo West Local Government Area of Ondo State, Nigeria. This Local Government Area (LGA) comprises important cocoyam growing towns namely Ondo township, Bagbe, Oka and Ajue. Combinations of purposive and random sampling techniques were used in selecting cocoyam farmers. The choice of the study area was based on the fact that it has higher number of farmers cultivating cocoyam in the area, while the selection of fifty cocoyam farmers was random. The study is based on cross sectional data collected during the 2009/2010 agricultural production year in the area. Data were collected using a pre-tested, well-structured questionnaire on socio-economic characteristics of the farmers (farm size, age, level of education, and farming experience), quantities and prices of production inputs (wage rate, area under cocoyam cultivation, value of fertilizer used, cocoyam sett) and output (revenue from cocoyam harvested).

Empirical model

In this study, we used a variant of the stochastic frontier production function proposed by Battese and Coelli (1) which builds hypothesized efficiency determinants into the inefficiency error component so that one can identify focal points for action to bring

efficiency to higher levels. A Cobb-Douglas functional form is employed to model the frontier functional form specified for this study. In the explicit form, the frontier production function utilized for this study is as follows:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + V_i - U_i \dots (1)$$

Where:

$\ln$ = Logarithm to base e; Y = Output of cocoyam (kg);

X_1 = Farm size (ha);

X_2 = Cocoyam sett planted; X_3 = Labour input (man-day);

X_4 = Fertilizer (kg)

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = Vectors of unknown parameters.

V_i = random error assumed to be independent of U_i , identical and normally distributed with zero mean and constant variance $N(0, \sigma_v^2)$.

U_i = random variable that accounts for technical inefficiency effects which are assumed to be independent of V_i and non-negative truncation at zero or half normal distribution with $N(0, \sigma_u^2)$.

$$|U_i| = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 + \delta_3 Z_3 + \delta_4 Z_4 + \delta_5 Z_5 + \delta_6 Z_6 + \delta_7 Z_7 \dots (2)$$

Where:

Z_1 = Age of farmers (years); Z_2 = Formal education (1= formal education; 0= otherwise); Z_3 = Farmers' status (1= full time, 0= part time); Z_4 = Household size; Z_5 = Off farm income (1= off farm income; 0= otherwise); Z_6 = Credit acquisition (Yes= 1; No= 2); Z_7 = Experience in cocoyam production (years)

The maximum likelihood estimates for all the parameters of the stochastic frontier and inefficiency model, defined by equations (1) and (2), are simultaneously obtained by using the program, FRONTIER Version 4.1(2), which estimates the variance parameters in terms of the parameterisation:

$$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \dots (3)$$

and

$$\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2 \dots (4)$$

where the γ -parameter has a value between zero and one.

Results and discussion

A summary statistics of the quantitative variables is given in table 1.

Data in table 1 show that the farm size of the respondents ranged between 0.5 and 6.0 hectares of land. The mean farm size was 2.0 hectares of land. From the above observation the majority of the farmers in the study areas were small-scale farmers. Although land was a constraint in some communities, inadequate finance for the acquisition of farm resources inputs and payment for hired labour has been identified as a major constraint to increased agricultural production in most communities where land was not a limiting factor.

Table 1
Summary statistics of variables

S/N Variable	Minimum value	Maximum value	Mean value
1 Farm size (Ha)	0.5	6.0	2.01
2 Age (Yrs)	23.0	56.0	37.98
3 Education (Yrs)	12.0	18.0	15.43
4 Farming experience (Yrs)	2.0	19.0	5.79
5 Household size	5.0	18.0	11.0

Source: Data analysis, 2010.

Farmers' ages varied between 23 and 56 years. The mean age was 38 years. At this age, farmers had not acquired experience but were energetic to meet the rigours of farming. Level of education is believed to affect the acquisition of technical and managerial skill, which can enhance efficient use of farm resources. The mean years of education was 15 years suggesting that many cocoyam farmers in the study area had tertiary education. The implication of this is that the costs of obtaining new technical and related information by the farmers will be reduced substantially when they can read and understand published materials and simplified farm journals which are increasingly becoming the modern vehicle of disseminating information. Farmers in the study area who had stayed longest in the business started 19 years ago while the youngest entrant into the enterprise entered only 2 years ago. The mean year of experience in cocoyam farming was 6 years. This shows that most of the respondents were new in the business.

Majority of cocoyam farmers were married as expected given that majority of them were older than 36 years. This may have positive effect on the availability of family labour. However the family composition has a bearing on total family capacity measured in man-equivalents (ME). The family labour capacity to some extent determines the availability of family labour for farm work, with larger family size more labour will be readily available at the critical periods of planting and harvesting. The data revealed that the household size of the respondents ranged between family size of five and eighteen persons with an overall average household size of 11, hence more labour will be readily available. The size of household is a good indicator of labour available for farm work in subsistence farming. In many parts of the Sub Sahara Africa the area of land cultivated is decided by the amount of labour family available. If the farmers could get more labour, he could cultivate more land.

The maximum-likelihood (ML) estimates of the stochastic frontier production parameters for cocoyam production are presented in table 2. The estimate of the variance parameter, γ , is significantly different from zero at 5 percent level of significance, which implies that the inefficiency effects are significant in determining the level and variability of output of

cocoyam cultivated. The presence of one-sided error component in the specified model is thus confirmed, implying that the ordinary least square estimation would not be an adequate representation of the data. The variance ratio, defined by $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ is estimated to be 0.77, meaning that 77 percent of the discrepancies between observed output from the frontier output is primarily due to factors, which are within the control of the cocoyam growers in the sample under study.

The relative importance of resource inputs is revealed in the production function estimates. Only the coefficient of farm size has the desired positive signs and statistically significant at 0.01 level showing direct relationship with output. This indicates that increase in farm size will increase the output of cocoyam by about 0.9 percent. However, the coefficient of labour (X_1), cocoyam sett (X_2), and other inputs (X_4) are negative. This implies that an increase in labour input, cocoyam sett and other farm inputs will reduce cocoyam output by 0.6, 0.3, and 0.2, respectively and only labour input is statistically significant at 0.05 levels. This may due to small farm size holding per individual which led to under utilization of labour. The statistical non-significance of cocoyam sett and other inputs is probably because majority of the respondents used warehouse inputs not mindful of the quantity used. Using the significant coefficients only, the returns-to-scale (RTS) parameter which is a measure of total resource productivity is estimated to be 0.273, which

Table 2
ML estimates of the stochastic production frontier function in cocoyam production

Variable	Parameter	Coefficient	t-ratio
Constant	β_0	1.853	1.203
Labour input ($\ln X_1$)	β_1	-0.582	-2.272**
Cocoyam sett ($\ln X_2$)	β_2	-0.261	-1.060
Farm size ($\ln X_3$)	β_3	0.855	6.977*
Other inputs ($\ln X_4$)	β_4	-0.220	-1.585
Sum of elasticities		-0.208	
Inefficiency function			
Intercept	δ_0	0.197	0.230
Age	δ_1	-0.009	-0.847
Education	δ_2	-0.099	-2.291**
Household size	δ_3	0.197	0.321
Off-farm income	δ_4	0.0002	0.0003
Access to credit	δ_5	0.752	3.629*
Experience	δ_6	0.0009	0.053
Diagnosis statistics			
Sigma-square ($\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$)		0.52	2.54**
Gamma ($\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$)		0.77	2.14**
ln (Likelihood)		-22.78	
LR Test		15.62	
Average Technical efficiency		0.843	

Source: Data analysis, 2010 * Significant at 1%, ** Significant at 5%.

indicates that cocoyam production in the study area was in stage three of production curve. Stage three is a region of decreasing returns to scale in the enterprise. This is an inefficient stage because additional inputs add less to total product than the preceding unit of input. As such a 10 percent increase in all specified inputs will lead to less than 10 percent increase in output. This means that cocoyam producers are inefficient at their level of production and their income and output can be improved if less input is utilized. As it is manifestly irrational for anybody to utilize more resources and produce less output, this is an irrational area of production.

A very important characteristic of the stochastic production frontier model is its ability to estimate individual, farm specific technical efficiencies. Table 3 shows the deciles range of the frequency distribution of estimated technical efficiencies in cocoyam production. There is a variation in the levels of efficiency. Predicted technical efficiencies ranged between 43.4 percent and 93.2 percent with the mean technical efficiency of 84.3 percent. The mean level of technical efficiency indicates that on the average, cocoyam output falls 15.7 percent short of the maximum possible level. This means that if the average farmer in the sample was to achieve the technical efficiency level of his most efficient counterpart, then the average farmer could realize a 9.5 percent cost saving [i.e. $1 - (84.3/93.2) \times 100$]. A similar calculation for the most technically inefficient farmer reveals cost saving of 53.4 percent [i.e., $1 - (43.4/93.2) \times 100$].

Table 3
Frequency distribution of technical efficiencies

Efficiency	Frequency	Percentage
< 50	5	10
50 < 60	2	4
60 < 70	1	2
70 < 80	1	2
80 < 90	1	2
90 < 100	40	80
Total	50	100
Mean technical efficiency	84.3	-
Minimum technical efficiency	43.4	-
Maximum technical efficiency	93.2	-

Source: Data analysis, 2010.

The majority (80%) of the respondents belonged to the most efficient category (90-100) while 10% belonged to the least efficient category (< 50%). This is suggesting that most of the cocoyam farmers were technically efficient given the existing technology.

The explanatory variables included in these models have been commonly used in estimating agricultural production frontiers for developing countries (7, 8, 9). Efficiency difference between farmers could be explained by farm-specific and farmer-specific

variables. Such variables include age, household size, level of education, farming experience, access to credit, and off farm income. Empirical results concerning the potential sources of efficiency differentials among sample farms in the estimated model of equation (2) is summarised and presented in table 2. While some of the coefficients of the variables of determinants of efficiency have negative signs, some other variables carry positive signs. Those variables with positive signs implied that they have the effect of increasing the level of technical inefficiency, while variables with negative coefficients have the effect of reducing the level of technical inefficiency. The results show that while age and education have negative influence on technical inefficiency (i.e. they reduce technical inefficiency), household size, off-farm income, access to credit and farming experience have positive effect on technical inefficiency. The sign of the coefficients of the variables in the inefficiency model has important policy implications. For instance, age has negative influence on technical inefficiency, this implied that age reduces technical inefficiency; its insignificance status implies that age is not a critically determinant of technical efficiency. The negative effect of level of education of farmers on technical inefficiency and the significance follows *a priori* expectation, given that education is an important factor in technology adoption. Educated farmers are expected to be more receptive to improved farming techniques and hence make more profitable use of improved agricultural innovations than uneducated farmers. As such, they are expected to have higher level of technical efficiency than farmers with less education or no education.

The sign of the household size, off farm income, access to credit and farming experience have positive signs, thus they have the effect of increasing the level of technical inefficiency. The implication of this result is that large household size would have negative impact on profitability of cocoyam production. This finding agrees with Effiong (5), and Idiong (6) who reported that a relatively large household size enhances the availability of labour though large household sizes may not guarantee increased efficiency since family labour, which comprises mostly children of school age, are always in school and are not available for farming activities in most cases. Where such large family members are available for farming activities, farm size is small for all members to work effectively and hence there is under utilization of labour, which makes the law of diminishing marginal returns to set in. A positive and statistically significance is found between access to credit and technical inefficiency. This indicates that farmers who have access to credit tend to exhibit higher levels of inefficiency. This is contrary to *a priori* expectations that the more credit the farmers use, the more efficient they become. It might be as a result of credit received being misused (or diverted to other uses).

Conclusion

The objective of the study was to analyse the technical efficiency of cocoyam production among small scale farmers in Ondo State, Nigeria. Primary data were collected from fifty cocoyam farmers in Ondo West Local Government Area of the State. The data were analysed using stochastic frontier production function approach. Results of the analysis indicated that the level of technical efficiency varies across farms ranges from 43.4% - 93.2% with a mean of 84.3% suggesting

that on the average cocoyam output falls 15.7% short of the maximum possible level. The efficiency level is positively and significantly correlated with the level of education, but unexpectedly negatively and significantly correlated with access to credit. The policy implication of these findings is that inefficiency in cocoyam cultivation can be reduced significantly by improving the level of education among the farmers.

Literature

1. Battese G.E. & Coelli T.J., 1995, "A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data" *Empirical Economics*, 20, 325-332.
2. Coelli Tim J.D.S., 1994, A guide to frontier 4.1: a computer programme for stochastic frontier production and cost estimation. Department of Econometrics, University of New England, Arindale, Australia.
3. Dey M.M., Paragyas F.J., Bimbao G.B. & Regaspi P.B., 2000, Technical efficiency of tilapia growth out pond operations in the Philippines *Aquaculture Economics and Management*, 4, 33-46.
4. Eze C.C. & Okorji E.C., 2003, Cocoyam production by women farmers under improved and local technologies in Imo State, Nigeria. *African Journal of Science*, 5, 1, 113-116.
5. Effiong E.O., 2005, "Efficiency of production in selected livestock enterprises in Akwa Ibom State, Nigeria." Ph.D. Dissertation. Dept of Agricultural Economics, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Nigeria.
6. Idiong C.I., 2006, "Evaluation of technical, allocative and economic efficiencies in rice production system in cross river state, Nigeria" Ph.D. Thesis. Dept. of Agricultural Economics, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Nigeria.
7. Kalirajan K.P., 1981, An economic analysis of yield variability in paddy production. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 29, 3, 287-294
8. Kalirajan K.P. & Flinn J.C., 1983, The measurement of farm specific technical efficiency. *Pakistan Journal of Applied Economics*, 2, 2, 167-180.
9. Kalirajan K.P. & Shand R.T., 1985, Types of education and agricultural productivity: a quantitative analysis of tamil nadu rice farming. *Journal of Development Studies*, 21, 2, 232-43.
10. NRCRI, 2003, Annual report National Root Crop Research Institute, Umudike, Umudike.
11. Nwume I.C., 1991, An analysis of the constraints in the delivery systems for tropical root and tuber crops in Tropical roots in a developing economy. *Proceedings of the 9th symposium, Accra, Ghana*. 52-53.
12. Parkinson S., 1984, The contribution of aroids in the nutrition of people in the South Pacific. *In: Chandra, S. (ed). Edible aroids*. Clarendon Press, Oxford, U.K.: 215-224
13. Sharma K.R., 1999, Technical efficiency of carp production in Pakistan. *Aquaculture Economics and Management*, 3, 131-142.
14. Splitstoesser N.E., Martin F.W. & Rhodes A.M., 1973, The nutritional value of some tropical root crops. *Proceeding of the Tropical Region of the American Society for Horticultural Science*, 17, 290-294.
15. Udealor A., Nwadike P.O. & Okoronyia J.A., 1996, Management of crop production: crops and cropping systems. *In: Odurukwe S.O. and A. Udealor (eds). Diagnostic survey of farming system of Onitsha zone of Anambra State. Agricultural Development Project. National Root Crop Research Institute, Umudike*, 33-52.
16. Zubair M. & Hunter D.G., 2003, Taro cultivation and use in the Maldives. *IPGRI Session. 12th symposium of ISTRC, Tsukuba, Japan*.

O.I. Baruwa, Nigeria, PhD, Agricultural Economist, Lecturer in the Department of Agricultural Economics, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.
J.T.O. Oke, Nigeria, PhD, Agricultural Economist, Lecturer in the Department of Agricultural Economics, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.

Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin

M.E. Dossou^{1*}, G.L. Houessou², O.T. Lougbégnon¹, A.H.B. Tenté³ & J.T.C. Codjia¹

Keywords: Ethnobotany- Use value- Swampy forest- Agonve- Benin

Résumé

Cette étude ethnobotanique a été réalisée au niveau des populations riveraines de la forêt d'Agonvè, une des forêts marécageuses du Sud-Bénin. Elle a permis de décrire les différentes formes d'utilisation des espèces végétales ligneuses par les populations et de calculer les valeurs d'usage ethnobotanique associées à ces espèces. Vingt-huit espèces ligneuses ont été inventoriées. Diverses usages sont faits de ces espèces: médicinal, alimentaire, bois énergie, bois d'œuvre et artisanat. L'analyse en composante principale de la matrice (formes d'utilisation * espèces) a permis de montrer que les populations ne font généralement pas l'exploitation forestière des espèces qu'elles considèrent comme utiles en alimentation ou en pharmacopée. Les feuilles, écorces, fruits et racines constituent les parties les plus utilisées. La valeur d'usage ethnobotanique totale des espèces n'est pas significativement différente d'un village à l'autre ($p=0,344$, $F=1,08$ et $ddl=2$). *Dialium guineense* ($UV_T=8,98$), *Spondianthus preussii* ($UV_T=7,68$) et *Raphia hookeri* ($UV_T=7,16$) sont les espèces végétales les plus utilisées par les populations. Au total, l'étude met l'accent sur l'importance de la valeur d'usage ethnobotanique comme outil de base pour sélectionner les espèces sur lesquelles l'accent devra être mis dans les plans d'aménagement pour répondre non seulement au besoin d'utilisation des populations mais aussi pour améliorer le statut de conservation des espèces.

Summary

Ethnobotanical Study of Ligneous Species in Agonvè Swampy Forest and Surrounding Area in Benin

Quantitative ethnobotanical study was conducted with the local community around Agonve forest, which is one of southern Benin swampy forest. This study enables to describe the different use categories of woody plant species for local population and to determine the use value (UV) of each species. A total of 28 woody species were identified as useful species for the local population in different use categories such as medicine, food, fire wood and construction. The principal component analysis on the matrix (use forms* species) showed that the populations did not log the tree species which they considered as useful for food or medicine. There was no significant difference regarding the overall ethnobotanical use value between the surrounding villages ($p=0.344$, $F=1.08$ and $dF=2$). Among the useful species, *Dialium guineense* ($UV_T=8.98$), *Spondianthus preussii* ($UV_T=7.68$) and *Raphia hookeri* ($UV_T=7.16$) were the most use species by the local population. Finally the study pointed out the importance of the ethnobotanical use value as tool to select the species which conservation must be emphasized in the management plans to meet not only the need of the populations but also to improve the conservation statute of the species.

Introduction

En dehors de l'agriculture, de l'élevage ou de la pêche, la collecte des produits forestiers non ligneux constitue pour les communautés rurales une source importante de revenus, d'aliments et de médicaments (15). Mais pendant longtemps, dans les stratégies nationales de conservation des ressources biologiques, l'accent a été mis sur la composante 'bois' (surtout le bois d'œuvre) des forêts alors qu'elles regorgent de nombreux autres produits exploités par les populations locales. La contribution de ces produits à la sécurité alimentaire et aux soins de santé

primaire n'est plus à démontrer car près de 80% de la population des pays en développement les utilisent pour se soigner ou pour se nourrir (4, 13). Ces produits forestiers vont des herbacées (2, 16) aux différents organes de nombreux ligneux (5, 18). Les politiques de gestion des ressources forestières ne sauraient être durables que si elles intègrent les valeurs sociale, culturelle et économique que les communautés locales leur associent. Dans ce sens, les études ethnobotaniques apparaissent comme une bonne approche pour comprendre dans une région donnée,

¹Laboratoire d'Aménagement des Forêts et de Biogéographie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin.

*Auteur pour correspondance: dossou_et@yahoo.fr

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin.

³Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin.

Reçu le 14.12.10 et accepté pour publication le 21.12.11.

les utilisations ainsi que les perceptions socioculturelle et économique des ressources forestières par les populations locales (3). Les facteurs qui affectent les formes d'utilisation et la valeur accordée aux ressources par les communautés est encore objet de discussion dans la littérature scientifique. Les formes d'utilisation pourraient varier selon les ressources exploitées, la région, le genre, le sexe et les groupes ethniques (6, 9). Par exemple, des études précédentes ont montré qu'il n'existe aucune différence significative de connaissances en fonction de l'âge ni du sexe sur les usages ethnobotaniques du baobab au Bénin alors qu'une différence significative est observée selon les ethnies (11). A l'opposé, d'autres travaux ont montré des différences significatives d'usage ethnobotanique des ressources selon le sexe dans différentes catégories d'utilisation (9). En somme, la question reste discutée et mérite d'être investiguée en fonction des spécificités de chaque région. La prise en compte de ces spécificités à travers la détermination des valeurs d'usage ethnobotanique des espèces végétales pourrait non seulement aider à définir dans les programmes d'aménagement, les espèces localement qualifiées pour la conservation mais aussi celles qui contribuent aux biens êtres des

populations rurales (6, 21). Les hypothèses que nous cherchons à vérifier dans cette étude sont: (i)- les populations sont dépendantes des ressources de la forêt pour différents usages et (ii)- la valeur d'usage ethnobotanique des espèces végétales d'une forêt varie selon les villages qui partagent l'autorité de la forêt. Les résultats présentés dans ce travail portent particulièrement sur les espèces ligneuses exploitées par les populations riveraines d'une forêt marécageuse en voie d'aménagement au Sud Bénin.

2 - Méthode

2.1 Milieu d'étude

D'une superficie de 300 hectares, la forêt marécageuse d'Agonvè est localisée entre 7°15' et 7°20' de latitude Nord et 2°20' et 2°30' de longitude Est (Figure 1). Le fonctionnement écologique de la forêt est sous le contrôle du régime hydrologique du lac Azili et multitude de rivières qui relie le lac au fleuve Ouémé. Le rythme pluviométrique est bimodal avec une hauteur moyenne de pluie de 1041,76 mm/an. La population riveraine de la forêt d'Agonvè est majoritairement constituée des peuples Mahi auxquels se sont joints le groupe minoritaire des Holli (23). Les villages riverains sont Agonvè (975 habitants), Houéli (225 habitants) et Womèto (427 habitants) (19).

2.2 Méthode de collecte des données ethnobotaniques

Pour collecter les données ethnobotaniques, un échantillon de 132 personnes a été tiré aléatoirement dans les trois villages (Agonvè, Womèto et Houéli) qui partagent l'autorité de la forêt marécageuse d'Agonvè. Les répondants ont été questionnés individuellement sur la base d'une fiche d'enquête. Les principales données collectées lors des enquêtes sont relatives à: (i)- espèces végétales ligneuses collectées par catégorie d'usage (alimentaire, phytopharmaceutique, bois énergie, bois œuvre, bois de service, magico-religieux), (ii)- parties ou organes de l'espèce végétale exploitée (iii)- nom en langue locale 'Mahi' des plantes utilisées, (iv)- importance de l'utilisation de chaque espèce végétale. Ce dernier paramètre a été apprécié au moyen d'un score d'utilisation attribué par les répondants selon chaque catégorie d'usage. La grille d'appréciation utilisée est: 3= espèce fortement utilisée; 2 = espèce moyennement utilisée; 1= espèce faiblement utilisée; 0= espèce sans usage).

2.3 Inventaire floristique des espèces

Trente-neuf placeaux ont été aléatoirement installés dans les différents faciès floristiques de la forêt. Au sein de ces placeaux de 30 m x 30 m, nous avons à la fois exécuté des relevés phytosociologiques selon la méthode Braun Blanquet et des relevés dendrométriques. En ce qui concerne les relevés phytosociologiques, l'inventaire systématique des espèces a été réalisé et des coefficients d'abondance

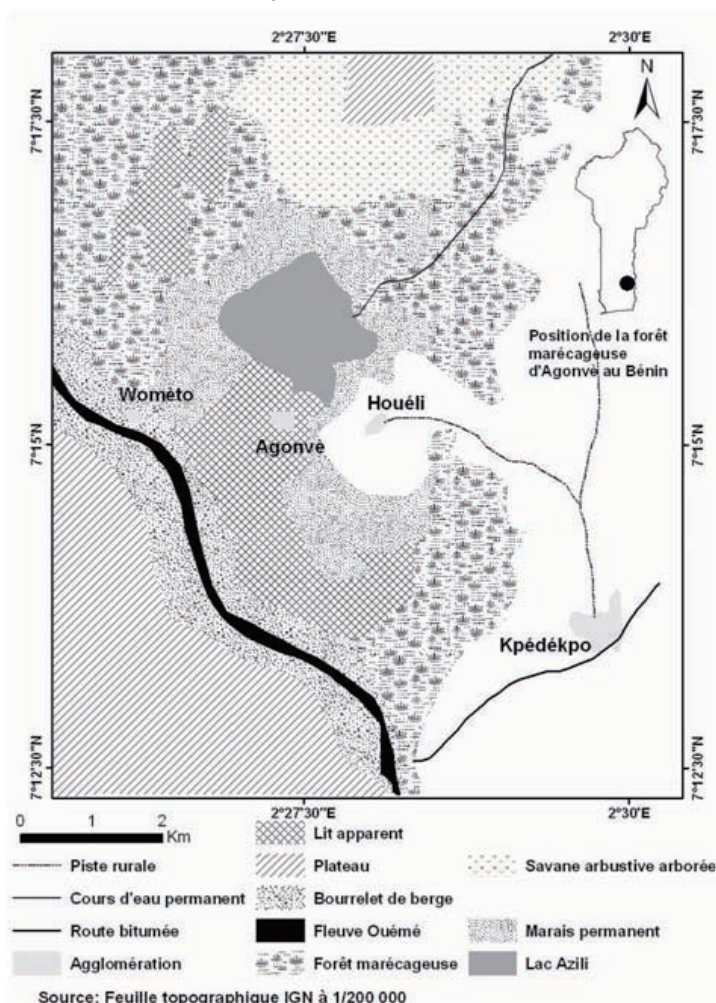


Figure 1: La forêt marécageuse dans l'environnement du lac Azili au Bénin.

dominance attribués à ces espèces au sein de ces placeaux suivant l'échelle de Braun-Blanquet. Pour les relevés dendrométriques, nous avons mesuré le diamètre à hauteur d'homme des arbres de diamètre supérieur à 10 cm.

2.4 Analyse des données

Taux de réponse (F)

Le taux de réponse des organes utilisés par type d'espèce est exprimé par :

$$F = 100 \frac{S}{N} \quad (1) \text{ où,}$$

F: taux de réponse calculé; S: nombre de personne ayant donné une réponse positive (Oui) pour l'utilisation de l'organe concerné; N: nombre total de personnes interviewées. Il indique les organes les plus utilisés pour chaque espèce dans le milieu et varie de 0 à 100. La valeur 0 indique que l'organe n'est pas utilisé et 100 lorsque l'organe est dit utilisé par tous les enquêtés.

Valeur d'usage ethnobotanique (vu)

La valeur d'usage des espèces a été calculée selon la méthode utilisée par Philips & Gentry (22) et Camou-Guerrero *et al.* (9). La valeur d'usage d'une espèce donnée (k) au sein d'une catégorie d'usage donnée est représentée par son score moyen d'utilisation au sein de cette catégorie. Elle est calculée par la formule :

$$vu_{(k)} = \frac{\sum_i s_i}{n} \quad (2) \text{ où,}$$

- $vu_{(k)}$ est la valeur d'usage ethnobotanique de l'espèce k au sein d'une catégorie d'usage donnée,
- s_i est le score d'utilisation attribué par le répondant i,
- n est le nombre de répondants pour une catégorie d'usage donnée.

La valeur d'usage totale de l'espèce k est alors calculée par la somme des valeurs d'usage de cette espèce au sein des différentes catégories d'usage par la formule :

$$vu_{(k)} = \sum_1^p vu \quad (3) \text{ où,}$$

VU_T représente la valeur d'usage totale de l'espèce, vu est la valeur d'usage de l'espèce pour une catégorie d'usage donnée, p est le nombre de catégories d'usage.

La valeur d'usage permet de déterminer de façon significative les espèces ayant une grande valeur d'utilisation dans un milieu donné. Pour chaque espèce, la valeur d'usage ethnobotanique totale pour les six catégories considérées dans cette étude, varie de 0 (minimum) à 18 (maximum).

Des tests d'analyse de variance ou Kruskal-Wallis ont été utilisés pour comparer les différences de

connaissance ou d'utilisation des espèces selon les villages. Le logiciel Minitab 14.0 a été utilisé pour les analyses. La matrice de corrélation des p catégories d'usages (variables) et des k espèces utilisées a été soumise à une analyse en composante principale (ACP) dans le logiciel XLSTAT 7.5.2 pour déterminer les relations entre les espèces et les utilisations.

Valeur d'importance des espèces

La valeur d'importance d'une espèce (IVI) a été estimée par

$$IVI = \sum [(FR + dr + domr)] \quad (4), \text{ où}$$

fr est la fréquence relative de l'espèce, dr est la densité relative (nombre d'individu/ha) de l'espèce et $domr$ sa dominance relative se rapportant ici à la surface terrière des espèces (1). IVI est un indice quantitatif permettant d'identifier les espèces écologiquement importantes dans une communauté végétale (1). Il varie de 0 (absence de dominance) à 300 (mono-dominance).

3. Résultats

3.1. Diversité des espèces ligneuses exploitées

Au total, 28 espèces ligneuses réparties en 18 familles ont été recensées comme espèces exploitées dans le milieu. Les espèces recensées sont utilisées à différentes fins. Elles constituent aussi bien une source alimentaire, médicinale que de bois pour les populations (Tableau 1). Toutes les 28 espèces citées sont utilisées en médecine traditionnelle. 92,86% des espèces sont utilisées comme bois énergie, 39,29% sont utilisées comme plantes comestibles, 35,21% comme bois d'œuvre, 17,87% comme bois de service et 3,57% en artisanat local (Figure 2).

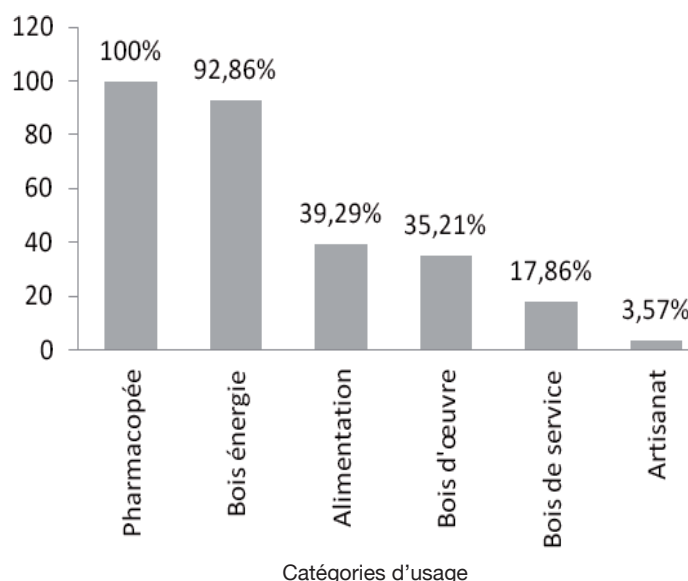


Figure 2: Proportion d'utilisation des différentes espèces végétales ligneuses par catégories d'usage.

Tableau 1
Espèces végétales ligneuses recensées et formes d'utilisation

Espèces	Alimentation	Pharmacopée	Bois énergie	Bois d'œuvre	Bois de service	Artisanat
<i>Adansonia digitata</i>	X	X				
<i>Alstonia congensis</i>		X	X	X		
<i>Annona senegalensis</i>	X	X	X			
<i>Anogeissus leiocarpus</i>		X	X	X	X	
<i>Antocleista vogelii</i>		X	X			
<i>Bambusa vulgaris</i>		X	X		X	
<i>Blighia sapida</i>	X	X	X	X		
<i>Bombax breviuspe</i>	X	X	X	X		
<i>Ceiba pentandra</i>		X	X	X		
<i>Cola gigantea</i>		X	X	X		
<i>Cola millenii</i>		X	X	X		
<i>Daniellia oliveri</i>		X	X	X		
<i>Dialium guineense</i>	X	X	X	X		
<i>Hallea stipulosa</i>		X	X	X		
<i>Irvingia gabonensis</i>	X	X	X			
<i>Isobertia doka</i>		X	X	X		
<i>Khaya senegalensis</i>		X	X	X		
<i>Mitragyna inermis</i>		X	X	X	X	
<i>Nauclea xanthoxylon</i>		X	X	X		
<i>Parkia biglobosa</i>	X	X	X			
<i>Pterocarpus erinaceus</i>		X	X	X	X	
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	X	X	X			
<i>Raphia hookeri</i>	X	X	X		X	X
<i>Spondianthus preussii</i>		X	X	X		
<i>Spondias mombin</i>	X	X	X			
<i>Vitex doniana</i>	X	X	X			
<i>Xylopia rubescens</i>		X	X	X		
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>		X				

Légende: X= L'espèce est utilisée dans cette catégorie.

3.2 Utilisation des organes des espèces ligneuses exploitées par les populations riveraines de la forêt marécageuse d'Agonvè

Différentes parties des plantes sont exploitées par les populations locales. Le tableau 2 présente le taux de réponse lié à l'utilisation des organes (feuilles, écorce, fruits et racines) des différentes espèces. Il ressort du tableau 2 que les feuilles, écorce, fruits et les racines de toutes ces espèces sont utilisées par les enquêtés et on note une certaine variabilité des réponses d'une espèce à une autre. La proportion 0% pour un organe donné indique que cet organe n'est pas utilisé pour l'espèce cible. Le test de Kruskal-Wallis montre que les différents organes n'ont pas la même importance

d'utilisation au niveau de la population ($p=0,00$; $ddl=3$). Les organes exploités varient ainsi beaucoup d'une espèce à l'autre. Les feuilles du *Raphia hookeri* sont citées comme les plus fréquemment utilisées. En effet, les feuilles du *Raphia hookeri* débarrassées de ces folioles donnent le rachis qui est très prisé dans le milieu pour la construction et la fabrication des tables et chaises. Ensuite viennent les jeunes feuilles de *Vitex doniana*, qui sont très appréciées pour la sauce légume. Les espèces de *Daniellia oliveri* et de *Khaya senegalensis* sont citées comme les plus écorcées. Les fruits d'arbres sauvages qui rentrent de façon prépondérante dans la consommation alimentaire dans le milieu sont *Parkia biglobosa*,

Tableau 2
Taux de réponse d'utilisation des feuilles, écorce, fruits et racines des espèces ligneuses utilisées par les populations riveraines d'Agonvè

Espèces	Taux de réponse (%)			
	feuilles	écorce	fruits	racines
<i>Adansonia digitata</i>	50,00	54,00	70,00	3,33
<i>Alstonia congensis</i>	8,00	8,00	0,00	42,00
<i>Annona senegalensis</i>	23,33	3,33	16,67	6,00
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	16,67	42,67	0,00	6,00
<i>Antocleista vogelii</i>	26,67	32,00	0,00	6,00
<i>Bambusa vulgaris</i>	1,33	0,00	0,00	0,67
<i>Blighia sapida</i>	6,67	2,00	9,33	2,67
<i>Bombax breviuspe</i>	23,33	0,67	0,00	0,00
<i>Ceiba pentandra</i>	17,33	1,33	0,00	0,67
<i>Cola gigantea</i>	10,00	3,33	0,00	2,00
<i>Cola millenii</i>	1,33	0,67	0,00	0,67
<i>Dialium guineense</i>	26,67	53,33	98,67	16,67
<i>Daniellia oliveri</i>	14,00	94,00	0,00	2,00
<i>Hallea stipulosa</i>	6,67	1,33	0,00	1,33
<i>Irvingia gabonensis</i>	9,33	5,33	96,67	6,67
<i>Isobertlinia doka</i>	2,00	0,00	0,00	0,67
<i>Khaya senegalensis</i>	17,33	72,67	1,33	2,00
<i>Mitragyna inermis</i>	24,00	4,00	0,00	4,00
<i>Nauclea xanthoxylon</i>	8,00	27,33	0,00	1,33
<i>Parkia biglobosa</i>	17,33	25,33	100,00	5,33
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	6,67	12,67	0,00	3,33
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	13,33	3,33	16,67	6,00
<i>Raphia hookeri</i>	96,67	0,00	3,33	2,67
<i>Spondianthus preussii</i>	2,67	2,67	0,00	0,00
<i>Spondias mombin</i>	64,00	10,00	20,00	1,33
<i>Vitex doniana</i>	86,67	51,33	52,67	6,67
<i>Xylopi rubescens</i>	1,33	0,00	0,00	5,33
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	2,00	0,67	0,00	50,67

Dialium guineense, *Irvingia gabonensis*, *Adansonia digitata* et *Vitex doniana*. Les racines de *Zanthoxylum zanthoxyloides* et *Alstonia congensis* sont les plus utilisées dans le milieu.

3.3 Valeur d'usage ethnobotanique des espèces végétales

Le tableau 3 présente pour les trois villages qui partagent l'autorité de la forêt, les valeurs d'usage ethnobotanique des espèces ligneuses recensées. A Agonvè, les espèces présentant un fort potentiel d'usage ethnobotanique sont respectivement *Dialium guineense* ($VU_T = 8,98$), *Spondianthus preussii* ($VU_T = 8,16$), *Parkia biglobosa* ($VU_T = 7,9$), *Anogeissus*

leiocarpus ($VU_T = 7,68$) et *Blighia sapida* ($VU_T = 7,34$). A Houéli, les espèces *Spondianthus preussii* ($VU_T = 7,56$), *Dialium guineense* ($VU_T = 7,44$), *Parkia biglobosa* ($VU_T = 7,32$), *Anogeissus leiocarpus* ($VU_T = 6,7$) et *Bombax breviuspe* ($VU_T = 6,6$) représentent les espèces les plus exploitées pour l'ensemble des catégories d'usage. Au niveau du village Womèto, *Dialium guineense* ($VU_T = 8,86$), *Anogeissus leiocarpus* ($VU_T = 8,48$), *Parkia biglobosa* ($VU_T = 7,38$), *Blighia sapida* ($VU_T = 7,28$), *Bombax breviuspe* ($VU_T = 7,26$) sont les espèces à forte valeur d'usage. Le test d'ANOVA montre que les connaissances liées à l'utilisation des ressources ligneuses tirées de la forêt ne diffère pas significativement d'un village à l'autre ($p = 0,344$, $F = 1,08$ et $ddl = 2$). En effet, la forte dominance du groupe socio-culturel Mahis dans ces trois villages pourrait justifier la faible variabilité des connaissances liées aux utilisations. En somme, la forêt marécageuse d'Agonvè et ses terroirs connexes regorgent de nombreuses espèces ligneuses utilisées par les populations riveraines. Ainsi, la conservation participative de ces ressources doit tenir compte de la valeur d'usage des espèces qui pourrait traduire la pression de prélèvement qui s'exerce sur l'espèce. Les espèces ligneuses les plus significatives à retenir ou à promouvoir dans les plans d'aménagement participatif de la forêt marécageuse d'Agonvè et de ces terroirs connexes dépendent largement de leur valeur alimentaire, thérapeutique, artisanale ou énergétique.

L'analyse en composante principale explique à 72,35% la relation entre espèce et forme d'utilisation. On observe que les usages alimentaires et médicinaux s'opposent aux usages bois-énergie, bois d'œuvre, bois de service et artisanat. Ceci signifie que les populations ne font généralement pas l'exploitation forestière des espèces qu'elles considèrent comme utiles en alimentation ou en pharmacopée. Ce constat pourra être traduit par un souci de préservation par les populations des espèces d'appoint à l'alimentation et à la médecine.

4. Discussion

4.1 Force et faiblesse de la méthode d'enquête ethnobotanique

L'importance d'utilisation et la pression sur les espèces végétales, sont obtenues par le biais de la méthode rétrospective d'enquête. Mais cette méthode qui sollicite la mémoire des personnes interrogées et pourrait induit des biais liés à l'appréciation personnelle de l'enquêté (20). L'importance accordée à l'utilisation des espèces est donnée par les individus qui tiennent implicitement compte d'une appréciation personnelle; laquelle fait souvent référence à leur préférence. En dépit de ces quelques biais, cette méthode est largement utilisée en ethnobotanique par bon nombre d'auteurs et a le privilège de faire ressortir des résultats assez concluants (9, 10, 18, 21).

Tableau 3
Valeur d'usage ethnobotanique et niveau de pression anthropique des espèces ligneuses utilisées

Espèces	Agonvè		Houéli		Womèto		Niveau de pression
	Valeur d'usage totale	RANG	Valeur d'usage totale	RANG	Valeur d'usage totale	RANG	
<i>Adansonia digitata</i>	5,1	23	4,04	25	4,4	24	+
<i>Alstonia congensis</i>	6,64	10	6,24	10	6,7	7	++
<i>Annona senegalensis</i>	5,32	22	4,56	24	4,48	23	+
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	7,68	4	6,7	4	8,48	2	+++
<i>Antocleista vogelii</i>	4,2	27	3,8	26	3,94	26	+
<i>Bambusa vulgaris</i>	3,32	28	3,16	27	3,32	27	+
<i>Blighia sapida</i>	7,34	5	5,74	12	7,28	4	++
<i>Bombax brevisuspe</i>	4,78	25	6,6	5	7,26	5	+
<i>Ceiba pentandra</i>	5,8	18	4,64	23	4,88	20	++
<i>Cola gigantea</i>	6,1	12	5,36	16	6,02	13	++
<i>Cola millenii</i>	6,76	9	6,04	11	6,68	8	++
<i>Dalium guineense</i>	8,98	1	7,44	2	8,86	1	++
<i>Daniellia oliveri</i>	5,7	20	5,12	19	5,5	19	+
<i>Hallea stipulosa</i>	7,14	7	6,5	6	7,12	6	++
<i>Irvingia gabonensis</i>	5,42	21	5,38	15	4,66	23	+
<i>Isoborlinia doka</i>	5,98	13	5,54	14	6	14	++++
<i>Khaya senegalensis</i>	5,84	16	4,86	21	5,82	17	++++
<i>Mitragyna inermis</i>	6,92	8	6,42	8	6,48	10	+++
<i>Nauclea xanthoxylon</i>	5,88	15	5,58	13	5,92	15	++++
<i>Parkia biglobosa</i>	7,9	3	7,32	3	7,38	3	+++
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	5,96	14	5,34	17	6,18	11	++++
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	5	24	4,94	20	4,36	25	+
<i>Raphia hookeri</i>	7,16	6	6,5	7	6,16	12	++++
<i>Spondianthus preussii</i>	8,16	2	7,56	1	5,88	16	+++
<i>Spondias mombin</i>	4,48	26	4,8	22	4,7	21	+
<i>Vitex doniana</i>	6,34	11	6,32	9	6,58	9	++
<i>Xylopi rubescens</i>	5,84	17	5,2	18	5,8	18	++
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	3,3	28	3,02	28	3,32	28	+++

Légende: Niveau de pression anthropique + = faible, ++ = moyenne, +++ = forte, ++++ = très forte pression

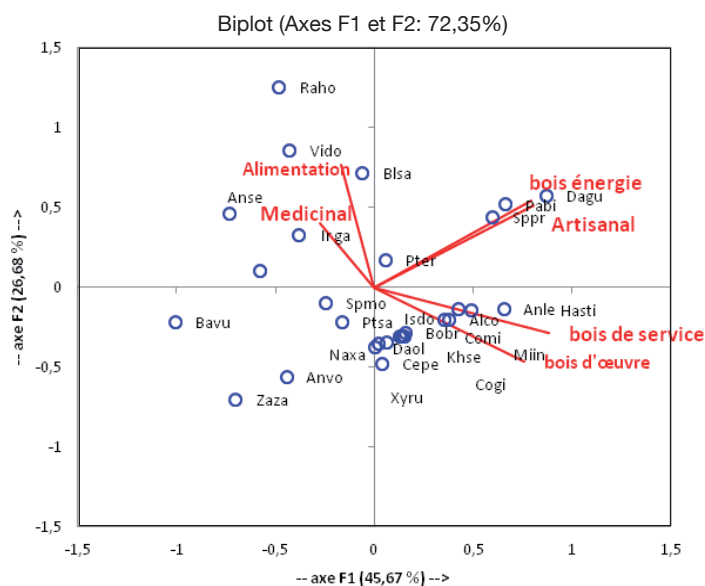


Figure 3: Analyse en composantes principales (ACP) de la matrice 28 espèces X 6 catégories d'usage.

Légende:

Adansonia digitata= Addi, *Alstonia congensis*= Alco, *Annona senegalensis*= Anse, *Anogeissus leiocarpus*= Anle, *Antocleista vogelii*= Anvo, *Bambusa vulgaris*= Bavu, *Blighia sapida*= Blsa, *Bombax brevisuspe*= Bobr, *Ceiba pentandra*= Cepe, *Cola gigantea*= Cogi, *Cola millenii*= Comi, *Daniellia oliveri*= Daol, *Dialium guineense*= Dagou, *Hallea stipulosa*= Hasti, *Irvingia gabonensis*= Irga, *Isoborlinia doka*= Isdo, *Khaya senegalensis*= Khse, *Mitragyna inermis*= Miin, *Nauclea xanthoxylon*= Naxa, *Parkia biglobosa*= Pabi, *Pterocarpus erinaceus*= Pter, *Pterocarpus santalinoides*= Ptsa, *Raphia hookeri*= Raho, *Spondianthus preussii*= Sppr, *Spondias mombin*= Spmo, *Vitex doniana*= Vido, *Xylopi rubescens*= Xyru, *Zanthoxylum zanthoxyloides*= Zaza

Tableau 4
Valeur d'importance des espèces

Espèce	Dr (%)	Domr (%)	Fr (%)	IVI (%)
<i>Raphia hookeri</i>	22,81	0,69	22,81	46,31
<i>Nauclea xanthoxylon</i>	9,89	6,89	9,89	26,66
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	11,46	0,95	11,46	23,87
<i>Xylopia rubescens</i>	0,90	18,90	0,90	20,70
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	6,74	5,38	6,74	18,86
<i>Daniellia oliveri</i>	5,62	4,42	5,62	15,66
<i>Mitragyna inermis</i>	6,18	0,74	6,18	13,10
<i>Ceiba pentandra</i>	2,47	7,40	2,47	12,35
<i>Alstonia congensis</i>	1,57	9,03	1,57	12,18
<i>Adansonia digitata</i>	2,47	4,43	2,47	9,37
<i>Khaya senegalensis</i>	2,25	3,36	2,25	7,85
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	3,37	1,06	3,37	7,80
<i>Bombax brevisuspe</i>	0,90	5,86	0,90	7,66
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	2,47	2,32	2,47	7,27
<i>Irvingia gabonensis</i>	2,47	2,10	2,47	7,05
<i>Isobertlinia doka</i>	1,35	3,76	1,35	6,46
<i>Cola gigantea</i>	1,01	4,42	1,01	6,45
<i>Dialium guineense</i>	0,79	4,11	0,79	5,68
<i>Spondianthus preussii</i>	1,12	3,28	1,12	5,52
<i>Cola millenii</i>	1,57	2,36	1,57	5,51
<i>Spondias mombin</i>	2,25	0,93	2,25	5,42
<i>Parkia biglobosa</i>	2,02	1,27	2,02	5,32
<i>Bambusa vulgaris</i>	2,25	0,43	2,25	4,93
<i>Vitex doniana</i>	1,57	1,37	1,57	4,51
<i>Annona senegalensis</i>	2,02	0,33	2,02	4,38
<i>Antocleista vogelii</i>	0,79	1,98	0,79	3,55
<i>Blighia sapida</i>	0,79	1,80	0,79	3,37
<i>Hallea stipulosa</i>	0,90	0,43	0,90	2,23

IVI= Valeur d'importance des espèces; fr= fréquence relative de l'espèce, dr= densité relative (nombre d'individu/ha) de l'espèce et dom= dominance relative de l'espèce en terme de surface terrière.

4.2 Utilisation des organes des plantes

Divers organes des plantes sont utilisés par la population pour la satisfaction de leurs besoins économiques, alimentaires et socio-culturels (15). Ils vont des fruits, des feuilles, des racines, aux écorces et parfois même les fleurs et exsudats d'écorces (3, 10). Dans la zone d'étude, les feuilles, l'écorce, les racines et fruits sont les organes les plus utilisées. L'organe prélevé sur une espèce est fonction de l'utilité recherchée par la population ainsi que les connaissances endogènes liées à l'utilisation de l'organe. Les organes de ces plantes sont prélevés soit par arrachage complet de la plante (cas des jeunes plantes de *Zanthoxylum zanthoxyloides*), soit par écorçage (cas de *Daniellia oliveri* et *Khaya*

senegalensis), soit par creusage de la racine (cas de *Zanthoxylum zanthoxyloides*), soit par ramassage des fruits ou par cueillette des feuilles (3, 21). Sachant qu'il existe d'une part, une relation manifeste entre la partie de la plante exploitée et la régénération des espèces (12) et d'autre part, le mode de prélèvement et l'intensité de prélèvement sur la régénération des espèces (8, 17), il est important de sensibiliser les populations sur les techniques rationnelles de prélèvement des organes des plantes afin de ne pas entamer la possibilité de bénéficier durablement des services de la forêt. Toutefois, nos résultats révèlent que les populations n'abattent généralement pas les espèces ligneuses à usage alimentaire ou médicinal. Ce qui est déjà un signe favorable à la conservation de ces espèces.

4.3 Valeur d'usage ethnobotanique totale des espèces

Notre étude a identifié le *Dialium guineense*, *Spondianthus preussii*, *Parkia biglobosa*, *Anogeissus leiocarpus* et *Blighia sapida* en tant qu'espèces ayant les valeurs d'usage ethnobotanique les plus élevées au niveau des trois villages. Or les observations faites sur le terrain montrent que ces espèces ont une faible valeur d'importance dans la forêt excepté *Anogeissus leiocarpus* (Tableau 4). Lorsque la valeur d'usage ethnobotanique totale d'une espèce peu abondante (faible valeur d'importance) est élevée cela pourrait traduire la haute pression sur cette espèce (9, 14). On pourrait dire que l'importance accordée à une espèce ne dépend pas de sa disponibilité mais de sa capacité à satisfaire les besoins des populations dans les différentes catégories d'usages (20). Les résultats de cette étude aident à identifier les espèces utiles et soumises à une forte pression qui devraient être considérées comme prioritaires dans l'aménagement de la forêt afin de contribuer à un bien être économique et socio-culturel durable des populations. Néanmoins, ces résultats obtenus à travers l'étude devraient être relativisés à cause des nouvelles opportunités futures de marché qui pourraient s'offrir à telle ou telle autre espèce. Ces utilisations évoluent assez rapidement (parfois en quelques années) au sein d'un terroir et ne sont donc pas définitives (7). A cet effet, la présente étude révèle par exemple que *Bambusa vulgaris* est une espèce à faible valeur d'usage ethnobotanique mais dont la demande actuelle sur le marché pourrait à l'avenir faire de l'espèce, une des espèces à forte valeur d'usage dans le milieu (14).

Conclusion

Cette étude a mis en exergue l'importance des ressources de la forêt pour les communautés riveraines sur la base de la valeur d'usage ethnobotanique des espèces ligneuses de cette forêt. Elle a montré en outre que dans le cas de cette forêt la valeur d'usage ethnobotanique des espèces n'est pas

significativement différente d'un village à l'autre. Toutefois, elle a permis de faire ressortir les espèces localement qualifiées pour faire partir des espèces prioritaires à conserver dans l'aménagement de cette forêt. Ce sont ces espèces qui contribuent à améliorer le bien être économique et social des populations. L'exploitation des valeurs d'usage se révèle être un outil de base dans la sélection des espèces d'intérêt socio-économique, culturel et objet de forte pression anthropique.

Remerciements

Nous exprimons nos remerciements à l'ONG CIDEV pour le financement, les populations locales des villages riverains de la forêt, Dr. A. Adomou pour la détermination de nos herbiers, enfin G. Gouwakinnou et les anonymes reviewers de cet article pour leur contribution à l'amélioration de la qualité de ce travail.

Références bibliographiques

1. Adomou A.C., Mama A., Missikpodé R. & Sinsin B., 2009, Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **3**, 3, 492-503.
2. Achigan-Dako E.G., Pasquini M.W., Assogba Komlan F., N'Danikou S., Dansi A. & Ambrose-Oji B., 2010, Traditional vegetables in Benin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Imprimeries du CENAP, Cotonou, 285 pp.
3. Agbogidi O.M., 2010, Ethno-botanical survey of the non-timber forest products in Sapele Local Government Area of Delta State, Nigeria. *African Journal of Plant Science*, **4**, 3, 183-189.
4. Allabi A.C., Busiac K., Ekanmiana V. & Bakiono F., 2011, The use of medicinal plants in self-care in the Agonlin region of Benin. *Journal of Ethnopharmacology*, **133**, 234-243.
5. Assogbadjo A.E., Amadji G., Glèlè L.R., Mama A., Sinsin B. & Van Damme P., 2009, Evaluation écologique et ethnobotanique de *Jatropha curcas* au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **3**, 5, 1065-1077.
6. Belem B., Olsen S.C., Bellefontaine R., Guinko S., Lykke A.M., Diallo A. & Boussim J.I., 2008, Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois et forêt des tropiques*, **298**, 4, 53-63.
7. Benz B.F., Cevallos J.E., Santana F.M., Rosales J.A. & Graf S.M., 2000, Losing knowledge about plant use in the Sierra de Manantlan Biosphere Reserve, Mexico. *Economic Botany*, **54**, 183-191.
8. Botha J., Witkowski E.T.F. & Shackleton C.M., 2004, The impact of commercial harvesting on *Warburgia salutaris* ('pepper-bark tree') in Mpumalanga, South Africa. *Biodiversity and Conservation*, **13**, 1675-1698.
9. Camou-Guerrero A., Reyes-García V., Martínez-Ramos M. & Casas A., 2008, Knowledge and use value of plant species in a Rarámuri community: a gender perspective for conservation. *Human Ecology*, **36**, 259-272.
10. Codjia J.T.C., Houessou G.L., Ponette Q., Le Boulenger E. & Vihotogbe R., 2007, Ethnobotany and endogenous conservation of *Irvingia gabonensis* (Aubry-Lecomte) Baill. in traditional agroforestry systems in Benin. *African Journal of Indigenous Knowledge Systems*, **6**, 2, 196-209.
11. De Caluwé E., De Smedt S., Assogbadjo A.E., Samson R., Sinsin B. & Van Damme P., 2009, Ethnic differences in use value and use patterns of baobab (*Adansonia digitata* L.) in northern Benin. *African Journal of Ecology*, **47**, 433-440.
12. Delvaux C., Sinsin B., Darchambeau F. & Van Damme P., 2009, Recovery from bark harvesting of 12 medicinal tree species in Benin, West Africa. *Journal of Applied Ecology*, **46**, 703-712.
13. de Wet H., Nkwanyana M.N. & van Vuuren S.F., 2010, Medicinal plants used for the treatment of diarrhoea in northern Maputaland, KwaZulu-Natal Province, South Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, **130**, 2, 284-289.
14. Dossou M.E., 2010, Etude floristique, ethnobotanique et proposition d'aménagement de la forêt marécageuse d'Agonvè et zones connexes (Commune de Zagnanado). Mémoire de maîtrise en géographie. FLASH/UAC. Ab-Calavi, Bénin. 81p. + annexes.
15. Ezebilu E.E. & Mattsson L., 2010, Contribution of non-timber forest products to livelihoods of communities in southeast Nigeria. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, **17**, 3, 231-235.
16. Ezebilu E.E., 2010, Conservation of a leafy vegetable important for communities in the Nigerian rainforest. *Forest Ecology and Management*, **259**, 8, 1660-1665.
17. Gaoué O.G. & Ticktin T., 2007, Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree *Khaya senegalensis* in Benin: variation across ecological regions and its impacts on population structure. *Biodiversity Conservation*, **137**, 424-436.
18. Gouwakinnou G.N., Lykke A.M., Assogbadjo A.E. & Sinsin B., 2011, Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **7**, 8, 1746-1769.
19. INSAE, 2002, Recensement général de la population et de l'habitat. INSAE, Bénin.
20. Lykke A.M., Kristensen M.K. & Ganaba S., 2004, Valuation of the local dynamics of 56 woody species in the Sahel. *Biodiversity and Conservation*, **13**, 1961-1990.
21. Nguenang G.M., Fedoung E.F. & Nkongmeneck B.A., 2010, Importance des forêts secondaires pour la collecte des plantes utiles chez les Badjoué de l'Est Cameroun. *Tropicicultura*, **28**, 4, 238-245.
22. Philips O. & Gentry A.H., 1993, The useful plants of Tambopata, Peru. II Statistical hypothesis tests with a new quantitative technique. *Economic Botany*, **47**, 1, 33-43.
23. Tohinlo P.J.Y., 2001, Durabilité des modes d'exploitation des ressources naturelles en milieu fluvio-lacustre: cas de Agonvè dans la Sous-Préfecture de Zagnanado. Th. d'Ing. Agr. FSA/UAC. Ab-Calavi, Bénin. 123 p. + annexes.

M.E. Dossou, Béninois, Maîtrise en géographie, Option: Aménagement du territoire, Assistant de recherche au Laboratoire d'Aménagement des Forêts et de la Biogéographie de la Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP526, Cotonou, Bénin.

L.G. Houessou, Béninois, DEA en Développement, Environnement et Société, Doctorant, Assistant de recherche, Laboratoire d'Ecologie Appliquée, Département d'Aménagement et de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
houeslaur@yahoo.fr or houessoulaur@gmail.com

O.T. Loughégnon, Béninois, Doctorat en gestion de l'Environnement et Aménagement du territoire, Enseignant Chercheur à la Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

A.B.H. Tenté, Béninois, Doctorat Unique en gestion de l'Environnement, Enseignant Chercheur, Maître assistant (Géographie). Enseignant Chercheur au Département de Géographie et Aménagement du territoire de l'Université d'Abomey-Calavi, Bénin. Brice.tente@laposte.net

J.T. Codjia, Béninois, Maître de Conférences des Universités, Docteur en zoologie, Enseignant chercheur, Département Aménagement et Gestion de l'Environnement, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

Evaluation nutritionnelle comparative des fruits de trois hybrides de bananiers (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) avec ceux de la variété Orishele

K.A. Kouadio Kouakou¹, S. Coulibaly², Louise Ocho-Anin Atchibri¹, G. Kouamé³ & A. Meité³

Keywords: Plantain hybrids- Nutritional value- Digestibility- Starch- Wistar rats- Ivory Coast

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle des fruits des hybrides de bananier CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21 et de la comparer à celle des fruits de la variété Orishele comme témoin. Pour cela, des rats de souche Wistar pesant en moyenne $82 \pm 1,23$ g ont été nourris avec des régimes alimentaires à base de ces bananes plantain. Cette étude a permis d'apprécier la bonne qualité nutritionnelle de toutes ces bananes par les fortes ingestions par les rats comprises entre $8,41 \pm 0,08$ g/j et $9,41 \pm 0,07$ g/j et une prise de poids de ces mêmes rats comprise entre $8,38 \pm 0,16$ g/j et $8,74 \pm 0,20$ g/j. Les bananes plantain utilisées ont été bien digérées: leur digestibilité est comprise entre $98,43 \pm 0,01\%$ et $99,02 \pm 0,01\%$ pour l'amidon, $95,38 \pm 0,01\%$ et $95,84 \pm 0,13\%$ pour la matière sèche. Les digestibilités de l'amidon des fruits des trois hybrides sont différentes de celle des fruits de la variété témoin Orishele au seuil de 5%. Les rats nourris avec ces fruits de banane ont des taux de glucose sanguin (glycémie) compris entre 0,7 et 1,2 g/l et qui ne présentent aucune différence significative entre eux.

Summary

Nutritional Values of Three Plantain Hybrids CRBP 39, FHIA 17 and FHIA 21 by Comparing them with that of Orishele Variety

This study is to estimate the nutritional values of plantain hybrids CRBP 39, FHIA 17 and FHIA 21 by comparing them with that of Orishele variety as control. For this purpose, Wistar rats weighing in average 82 ± 1.23 g were fed with these plantain diets. The results show good nutritional values of these plantain hybrids. Their daily ingestions by rats vary from 8.41 ± 0.08 to 9.41 ± 0.07 g/d; and an increase in rat weight ranging from 8.38 ± 0.16 to 8.74 ± 0.20 g/d is observed. Plantains used are digested well; their digestibilities vary from $98.43 \pm 0.01\%$ to $99.02 \pm 0.01\%$ for starch and from 95.38 ± 0.01 to $95.84 \pm 0.13\%$ for dry matter. Hybrids starch digestibilities are significantly different from that of the Orishele variety ($P \leq 0.05$). Rats fed with these plantain hybrids diets have a glycemia ranging from 0.7 to 1.2 g/l with no significant difference.

Introduction

La banane plantain est une importante source d'alimentation et de revenus pour toutes les populations rurales des régions tropicales humides d'Afrique (22). La production mondiale en 2003 a été estimée à 69 millions de tonnes dont 10% produits sur le continent africain (12). En Côte d'Ivoire, la production a été estimée à 1 420 000 tonnes. En Côte d'Ivoire, elle occupe le troisième rang des denrées alimentaires les plus consommées après le riz et l'igname (18). Malgré son importance, le secteur connaît malheureusement des périodes de pénuries dues à l'insuffisance de matériel végétal robuste et résistant, aux maladies, aux ravageurs, à la baisse de la fertilité des sols, au déficit hydrique et aux contraintes de commercialisation (16). Toutes

ces contraintes entraînent des faibles rendements et des pertes de production pouvant aller jusqu'à 40% (3). L'augmentation de la production par l'utilisation de meilleures techniques culturales et l'amélioration variétale s'avèrent nécessaire, afin de pallier cette situation de pénurie saisonnière dans le pays (6).

C'est pourquoi le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) développe depuis de nombreuses années des programmes de recherche sur les bananiers plantain.

L'objectif général de ces recherches est de pouvoir proposer des systèmes de cultures durables et respectueux de l'environnement. Pour cela, le CNRA procède actuellement à l'étude du comportement

¹Sciences et Technologies des Aliments (UFR/STA) à l'Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire), 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.
e-mail: k3armand@yahoo.fr

²Centre National de Recherche Agronomique / Station de Recherche Technologique, (CNRA/SRT)

³Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie de l'UFR Biosciences de l'Université de Cocody- Abidjan, (Côte d'Ivoire)

variétal de quelques hybrides de bananiers dans les plantations expérimentales d'Azaguié (village située à 50 km au nord d'Abidjan 5° 38' N, 4° 05' W) afin de mettre à la disposition des producteurs de banane plantain, des variétés de bananes plantain peu exigeantes en produits phytosanitaires et dotées de bonnes qualités agronomiques et organoleptiques. Ces travaux portent entre autres, sur la productivité, la résistance aux maladies et aux ravageurs. Mais les fruits des nouveaux hybrides testés au CNRA possèdent-ils des teneurs en glucides supérieures à celles de la banane douce (20,5 g /100 g de MS) selon Tezenas du Montcel (24), des teneurs en lipides (pouvant atteindre la moyenne estimée pour la banane plantain 0,4%) et en protéines (comprises entre 3% et 5%) (14) ? Leurs teneurs en minéraux sont-elles proches de celle de la banane douce (425 mg/100 g de MS) (24) ? Ces hybrides peuvent-ils constituer une bonne source d'énergie (607 kJ) (24) comme les autres cultivars de bananes plantain ? Les farines de ces fruits d'hybrides de bananier plantain ont-elles un taux de digestibilité d'amidon compris entre 94 et 96% comme l'indique Gnakri (14) pour la plupart des bananes plantains ?

L'objectif de notre étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle des farines crues des fruits de trois hybrides de bananiers CRBP 39, FHIA 21, FHIA 17. De façon spécifique il s'agit de déterminer les paramètres de la valeur nutritionnelle (la teneur en matière sèche ingérée, le gain de poids, l'indice de consommation, la quantité d'amidon fécal et ingéré, le coefficient d'efficacité alimentaire, la digestibilité et la glycémie) de régimes de rats à base de farines des fruits d'hybrides de bananiers CRBP 39, FHIA 21, FHIA 17 en comparaison avec celle des fruits de la variété témoin *Orishele*, variété de banane plantain régulièrement utilisée (4) comme témoin pour les essais agronomiques par les chercheurs des 13 pays africains membres du réseau *Musa* pour l'Afrique occidentale et centrale (MUSACO).

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Les fruits des hybrides de bananier plantain CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 et de la variété *Orishele* qui font l'objet de l'étude proviennent de la plantation

d'expérimentation d'Azaguié (village située à 50 km au nord d'Abidjan 5° 38' N, 4° 05' W). Ils ont été récoltés respectivement après 92, 78, 82 et 70 jours. Les bananes ont été réduites en farine, puis analysées avant la préparation des régimes alimentaires.

Analyses biochimiques des farines

Le taux de protéines a été déterminé par la méthode Kjeldah (15) et le taux des glucides totaux a été déterminé par la relation mathématique: taux de glucides totaux = 100% - (% lipides + % protéines + % cendres). Les lipides ont été déterminés au soxhlet par extraction à l'hexane pendant 24 heures selon AFNOR (2) et les cendres par incinération au four à moufle électrique à 550 °C pendant 24 heures.

Animaux d'expérience et conduite de l'élevage

Un effectif de vingt rats âgés de 5 semaines, de souche Wistar a été utilisé pour l'expérience. Ces rats pèsent en moyenne $82 \pm 1,23$ g. L'expérience a duré 12 jours. Les rats ont été repartis en 4 lots: lot 1 régime témoin (variété *Orishele*), lots 2, 3 et 4 régimes expérimentaux (respectivement les hybrides CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21).

Régimes alimentaires

Les régimes alimentaires ont été confectionnés selon la méthode de l'AOAC (5). La préparation a été faite avec 1 kg de farine de chaque banane, mélangé avec de l'huile de maïs (AMPHORA) et de la caséine (SIGMA) puis supplémenté avec un complexe vitaminique (JUVAMINE, la vitamine K₁ (Roche Phytomenadione) et d'un complément minéral (Tableau 1).

Les paramètres d'études de la valeur nutritionnelle des régimes confectionnés et collecte des données expérimentales

- La quantité de Matières Sèches Totales Ingérées (MSTI) (g/j) représente la quantité d'aliment ingéré sous forme de matières sèches par l'animal durant la durée de l'expérience. Elle est obtenue en divisant la quantité de MSTI (g) par la durée de l'expérience en jours.
- Le gain de poids, exprimé en g, représente la

Tableau 1
Composition centésimale des différents régimes alimentaires

Régimes	Hybride CRBP 39	Hybride FHIA 17	Hybride FHIA 21	Témoin <i>Orishele</i>
Glucides (%)	76,68	78,49	77	76,52
Caséine (%)	9,81	8,83	9,42	9,86
Huile de maïs (%)	9,41	9,20	9,48	9,52
Complément minéral (%)	4,5	4,5	4,5	4,5
Complexe vitaminique (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Matière sèche (%)	100	100	100	100
Valeur énergétique kcal/100 g MS	430	430	430	430

différence entre le poids final et le poids initial des animaux. Pour obtenir le gain de poids en g/j, la valeur calculée en g est divisée par la durée de l'expérience en jours. Le gain de poids permet l'évaluation des performances de croissance. Le gain de poids (GP) (g/j) a été calculé comme suit:

[Poids final (g) - Poids initial (g)]/ Nombre de jour.

-L'Indice de consommation (IC) a été utilisé par les zootechniciens pour l'évaluation de l'efficacité alimentaire. Les aliments sont pesés et distribués quotidiennement. Pour chaque lot, les quantités consommées ont été estimées par jour en faisant la différence entre les quantités distribuées et les quantités restantes en fin de la journée. À l'aide de ces données, l'indice de consommation (IC) a été calculé en faisant le rapport entre la quantité d'aliments consommée pendant un jour (g) et le gain de poids quotidien (g).

- Le Coefficient d'Efficacité Alimentaire (CEA) est déterminé en faisant le rapport entre le gain de poids (g) et la quantité de MSTI (g). Il traduit le rendement avec lequel l'aliment est assimilé.

- Quant à la digestibilité apparente, elle a été déterminée par la relation suivante:

$$[(\text{Aliment ingéré (g)} - \text{Quantité de fèces (g)}) / \text{Aliment ingéré (g)}] \times 100$$

La digestibilité apparente permet de savoir dans quelle mesure les substances sont retenues dans l'organisme et rejetées dans les fèces.

La quantité d'amidon résiduel a été obtenue par la méthode d'Oteng-Gyang (19) et le taux de glycémie a été déterminé par la méthode de Durimel *et al.* (11) utilisant la solution enzymatique glucose oxydase et peroxydase.

Analyses statistiques

L'analyse des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel XLSTAT 7.5.3. Pour chacun des facteurs expérimentaux (paramètres biochimiques et nutritionnels), la comparaison des moyennes des fruits des hybrides

avec des fruits du témoin s'est effectuée à l'aide du test de Dunnett au seuil de 5%. La différence entre deux données est significative lorsque le niveau de signification réel est inférieur à 5%.

Résultats et discussion

Analyses biochimiques des farines

- Les fruits des hybrides FHIA 17 et FHIA 21 ont respectivement des teneurs en protéines de $(3,17 \pm 0,07 \text{ g/100 g de MS})$ et $(2,58 \pm 0,14 \text{ g/100 g de MS})$ différentes de celle de la variété *Orishele* ($2,14 \pm 0,11 \text{ g/100 g}$). Par contre la teneur en protéines des fruits de l'hybride de bananier plantain CRBP 39 ($2,19 \pm 0,05 \text{ g/100 g de MS}$) est similaire à celle des fruits de la variété témoin ($2,19 \pm 0,05\%$ de matière sèche) (Tableau 2). Les teneurs en protéines des bananes plantain utilisées sont proches de 3,2% obtenue par Suntharalingam et Ravindram (21) sur les variétés de banane plantain « Alukehel » et « Monthan ». De plus, la teneur en protéines des fruits de l'hybride FHIA 17 qui est la plus élevée s'inscrit dans l'intervalle de 3 à 5% de matière sèche de la pulpe de banane plantain (14).

- Concernant, le taux des glucides totaux, les fruits des hybrides CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21 ont respectivement des teneurs en glucides totaux de 95,20% de matière sèche, 93% et 94,80% de matière sèche similaires à celle des fruits de la variété *Orishele* (95,40% de matière sèche) (Tableau 2). Les taux de glucides totaux des fruits des hybrides FHIA 21, CRBP 39 sont sensiblement égaux à celui de l'hybride CRBP 14 (94,54% de matière sèche) obtenu par Coulibaly *et al.* (8). Ces résultats attestent que les hybrides étudiés sont aussi très riches en glucides totaux comme toutes bananes plantain.

Les fruits des hybrides CRBP 39 et FHIA 21 ont respectivement des teneurs en lipides $0,59 \pm 0,02\%$ de matière sèche et $0,52 \pm 0,03\%$ de matière sèche qui sont similaires à celle des fruits de la variété témoin *Orishele* ($0,48 \pm 0,01\%$ de matière sèche). Par contre les fruits de l'hybride FHIA 17 ont une teneur de $0,80 \pm 0,01\%$ de matière sèche supérieure à celle du témoin au seuil de 5% (Tableau 2). Les teneurs en

Tableau 2
Paramètres biochimiques des fruits de bananier plantain

Régimes	Hybride CRBP 39	Hybride FHIA 17	Hybride FHIA 21	Témoin <i>Orishele</i>
Protéines (% de MS)	$2,19 \pm 0,05^a$	$3,17 \pm 0,07^b$	$2,58 \pm 0,14^c$	$2,14 \pm 0,11^a$
Glucides totaux (% de MS)*	95,20 ^a	93,00 ^a	94,80 ^a	95,40 ^a
Lipides (% de MS)	$0,59 \pm 0,02^a$	$0,80 \pm 0,01^b$	$0,52 \pm 0,03^a$	$0,48 \pm 0,01^a$
Cendres (% de MS)	$2,10 \pm 0,36^a$	$2,14 \pm 0,02^a$	$2,05 \pm 0,23^a$	$2,03 \pm 0,05^a$

*Valeur obtenue par calcul

Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$). Chaque valeur est une moyenne des résultats obtenus sur 5 essais $\pm$ écart type de cette moyenne.

lipides des types de banane plantain utilisées sont inférieures à celle (1,3% de matière sèche) obtenue par Suntharalingam et Ravindram (21) sur les variétés de banane «Alukehel» et «Monthan». Ces faibles teneurs indiquent que les variétés de banane plantain étudiées sont très pauvres en lipides.

Les fruits des hybrides de bananier plantain CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21 ont respectivement des teneurs en cendres: $2,10 \pm 0,36\%$ de matière sèche; $2,14 \pm 0,23\%$ de matière sèche; $2,05 \pm 0,23\%$ de matière sèche qui ne présentent aucune différence significative avec celle de la variété témoin ($2,03 \pm 0,05\%$ de matière sèche) au seuil de 5%. Ces teneurs en cendres obtenues sont proches aux teneurs en cendres obtenues respectivement (2,36% de matière sèche) et (2,15% de matière sèche) par Mepha *et al.* (17) sur des bananes plantain vertes (*Musa ssp.*) et par Badila *et al.* (7) sur les pulpes fermentées de bananes plantain (*Musa paradisiaca*).

Performances zootechniques

Croissance pondérale et gain de poids

Au cours de la phase de croissance, les rats nourris aux régimes à base des fruits d'hybride de bananier FHIA 17 ont un gain de poids de $8,74 \pm 0,20$ g/j identique à celui des rats nourris au régime témoin à base des fruits de la variété *Orishele* ($8,68 \pm 0,29$ g/j) au seuil de 5% (Tableau 3). Quant aux gains de poids des rats nourris avec les régimes à base des fruits des hybrides de bananier CRBP 39 ($8,38 \pm 0,16$ g/j) et FHIA 21 ($8,44 \pm 0,15$ g/j), ils sont différents de celui des rats témoin. Les gains de poids de rats testés sont supérieurs à ceux obtenus par Fotso *et al.* (13) ($8,26 \pm 1,48$ g/j) et ($4,67 \pm 0,63$ g/j) sur des rats Wistar nourris respectivement avec des régimes à base de farine de manioc additionnée de caséine enrichie et

des régimes à base d'igname et soja. Ces gains de poids déjà obtenus confirment les résultats (4). Cet auteur a affirmé que la banane plantain est hautement énergétique et se situe en tête des fruits pour l'apport énergétique.

Au terme de l'expérimentation, les quantités de matières sèches des fruits d'hybrides des bananiers plantains FHIA 17, FHIA 21 ingérées respectivement $9,38 \pm 0,05$ g/j et $9,41 \pm 0,08$ par les rats des lots des régimes expérimentaux sont identiques à celle ingérée par les rats nourris avec le régime témoin ($9,40 \pm 0,07$ g/j) au seuil de 5% (Tableau 3). Les quantités de matières sèches ingérées sont inférieures à celles obtenues par Gnakri (14) ($13,01 \pm 0,01$ g ms /j et $11,70 \pm 0,20$ g ms/j) sur des rats Wistar adultes nourris respectivement avec des régimes à base de foutou de plantain vert (pâte obtenue à partir de la banane plantain cuite à l'eau et pilée dans un mortier) et de fufu de plantain vert (purée provenant du malaxage dans un mortier de la banane plantain cuite à l'eau). Cette différence serait due à l'appétence et au goût des bananes plantain. En effet, les bananes plantain cuites ont un meilleur goût que les bananes plantain non cuites.

Les indices de consommation des régimes à base des fruits des hybrides CRBP 39 ($1,00 \pm 0,05$), FHIA 17 ($1,11 \pm 0,06$) et celui de la variété *Orishele* ($1,08 \pm 0,01$), ne varient pas en fonction des régimes au seuil de 5 % (Tableau 3). La faible valeur des indices de consommation serait due aux valeurs énergétiques très élevées des matières premières contenues dans les différents régimes confectionnés (25).

Coefficient d'Efficacité Alimentaire (CEA)

Les efficacités alimentaires à travers la consommation alimentaire ne sont pas significativement différentes

Tableau 3

Caractéristiques nutritionnelles des régimes alimentaires à base de banane plantain et paramètres de la digestibilité de l'amidon

Régimes	Hybride CRBP 39	Hybride FHIA 17	Hybride FHIA 21	Témoin <i>Orishele</i>
Quantité de matière sèche ingérée (%)	$8,41 \pm 0,08^a$	$9,38 \pm 0,05^b$	$9,41 \pm 0,07^b$	$9,40 \pm 0,07^b$
Gain de poids (g/j)	$8,38 \pm 0,16^b$	$8,74 \pm 0,20^a$	$8,44 \pm 0,15^b$	$8,68 \pm 0,29^a$
Indice de consommation	$1,00 \pm 0,05^a$	$1,11 \pm 0,06^a$	$1,08 \pm 0,01^a$	$1,08 \pm 0,01^a$
Coefficient d'Efficacité Alimentaire (g)	$0,07 \pm 0,02^a$	$0,08 \pm 0,00^a$	$0,07 \pm 0,02^a$	$0,07 \pm 0,02^a$
Coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche (%)	$95,48 \pm 0,16^a$	$95,84 \pm 0,13^a$	$95,38 \pm 0,01^a$	$95,45 \pm 0,16^a$
Amidon ingéré par jour (g)	$6,90 \pm 0,01^a$	$6,07 \pm 0,01^b$	$7,80 \pm 0,04^c$	$7,74 \pm 0,01^c$
Amidon fécal (g)	$0,10 \pm 0,02^a$	$0,08 \pm 0,04^a$	$0,11 \pm 0,02^a$	$0,08 \pm 0,01^d$
Coefficient d'utilisation digestive de l'amidon (%)	$98,52 \pm 0,01^a$	$98,73 \pm 0,01^b$	$98,43 \pm 0,01^c$	$99,02 \pm 0,01^d$
Taux de glycémie (g/l)	$1,08 \pm 0,02^a$	$1,10 \pm 0,26^a$	$1,11 \pm 0,16^a$	$0,98 \pm 0,13^a$

Les valeurs d'une même ligne suivies de lettres différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$). Chaque valeur est une moyenne des résultats obtenus sur 5 essais $\pm$ écart type de cette moyenne.

pour les types de régime alimentaire, ce qui se traduit par un gain de poids identique pour tous les rats nourris avec les différents types de régime alimentaire au terme de l'expérimentation (Tableau 3). Les coefficients d'efficacité alimentaire des fruits de bananier tests sont inférieurs à ceux des régimes de rats à base de farine d'igname de la variété "bètè bètè" non fermenté ($0,13 \pm 0,02$) et farine de manioc "lopka" non fermenté ($0,13 \pm 0,00$) obtenus par Digbeu (10).

Les gains de poids et les ingestions considérables obtenus, nous indiquent l'impact positif sur la croissance des rats lors de l'ingestion des régimes à base des fruits des hybrides CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21.

Coefficient d'Utilisation Digestive de la matière sèche (CUD) (%)

Les taux de digestibilité de la matière sèche des régimes à base des fruits des hybrides CRBP 39 ($95,48 \pm 0,16\%$), FHIA 17 ($95,84 \pm 0,13\%$) et FHIA 21 ($95,38 \pm 0,01$) ne présentent aucune différence significative avec celui du régime à base des fruits de la variété témoin *Orishele* ($95,45 \pm 0,16\%$) (Tableau 3). Les taux de digestibilité de la matière sèche des régimes confectionnés sont supérieurs à ceux obtenus par Gnakri (14) (86,5% et 86,60%) sur les rats Wistar nourris respectivement avec un régime à base de foutou de plantain vert et un autre à base de fufou de banane plantain. Cette différence se situe au niveau de la confection des régimes alimentaires. Gnakri (14) a utilisé des bananes bouillies pilées alors que dans cette étude le régime alimentaire est à base de farine de banane plantain.

Paramètres de la digestibilité de l'amidon

Amidon ingéré par jour (g)

La quantité d'amidon ingérée par les rats nourris avec le régime à base des fruits d'hybride FHIA 21 ($7,80 \pm 0,04$ g/j) est identique à celle ($7,74 \pm 0,01$ g/j) des rats nourris avec le régime témoin (Tableau 3). Les rats nourris avec les régimes à base des farines des fruits des hybrides, ont ingéré des différentes quantités d'amidon. La quantité d'amidon ingéré par les rats testés au régime à base des fruits d'hybride FHIA 21 est proche de celle des rats testés par Gnakri (14) ($7,90 \pm 1,5$ g/j), qui se nourrissaient de foutou de plantain vert.

Amidon fécal (g)

Les quantités d'amidon fécal des rats nourris avec les régimes à base des fruits de des hybrides CRBP 39 ($0,10 \pm 0,02$ g/j) FHIA 17 ($0,08 \pm 0,04$ g/j) et FHIA 21 ($0,11 \pm 0,02$ g/j) sont similaires à celle ($0,08 \pm 0,01$ g/j) des rats nourris avec le régime témoin (Tableau 3). Ces quantités d'amidon fécal des rats nourris avec les régimes tests sont inférieures à celle (5,04 g/j) de

Gnakri (14) qui a travaillé sur des rats Wistar nourris avec un régime à base de foutou de plantain vert.

Partant de ce constat, nous pouvons affirmer que l'amidon de l'hybride FHIA 17 a été le mieux assimilé que ceux des autres hybrides et variété témoin; parce que les grains d'amidon de l'hybride FHIA 17 sont de petites tailles (tailles moyennes des graines d'amidon $17,9 \pm 6,7$ μ m (9). En effet, les amidons de petites tailles sont plus hydrolysables par l'amylase que les amidons de grandes tailles.

Coefficient d'Utilisation Digestive de l'amidon (CUD) (%)

Le coefficient d'utilisation digestive de l'amidon a été mesuré à partir de la quantité d'amidon ingéré et l'amidon fécal.

Les taux de digestibilité d'amidon des régimes à base des fruits des hybrides CRBP 39 ($98,52 \pm 0,01\%$), FHIA 17 ($98,73 \pm 0,01\%$) et FHIA 21 ($98,43 \pm 0,01\%$) sont significativement différents de celui ($99,02 \pm 0,01\%$) à base des fruits de la variété *Orishele* (Tableau 3). Ces taux de digestibilité d'amidon obtenus ne s'inscrivent pas dans l'intervalle de la digestibilité de l'amidon de plantain donné par Gnakri (14) qui oscille entre 94 et 96%. Ils sont supérieurs aux 97% obtenus par Pacheco *et al.* (20) avec des rats Wistar soumis à un régime à base de farine de banane plantain parental; mais ils confirment les résultats d'Adrian *et al.* (1) qui ont montré que la digestibilité de l'amidon est habituellement supérieure à 95%. Ces coefficients d'utilisation digestive apparente d'amidon élevés de ces types de banane plantain seraient dus à la modification de l'amidon qui se traduit chez les animaux par une augmentation de la digestibilité (23).

Les forts taux de digestibilité d'amidon nous montrent que les régimes tests ont été bien digérés par les rats. L'amidon de l'hybride FHIA 17 présente la digestion la plus élevée dans le métabolisme du rat.

Taux de glycémie (g/l)

Les taux de glycémies des rats nourris aux régimes à base des fruits des hybrides CRBP 39 ($1,08 \pm 0,02$ g/l), FHIA 17 ($1,10 \pm 0,26$ g/l) et FHIA 21 ($1,11 \pm 0,16$ g/l) sont similaires à ceux des rats nourris avec le régime témoin ($0,98 \pm 0,13$ g/l) (Tableau 3). Les taux de glycémie des rats testés à ces régimes sont inscrits dans l'intervalle des glycémies normales qui varie de 0,7 à 1,2 g/l (10). Ces taux de glycémie nous montrent que les glucides des fruits d'hybrides de banane plantain ont été bien métabolisés.

Conclusion

Les fruits des trois hybrides de plantain CRBP 39, FHIA 21 et FHIA 17 ont la même valeur nutritionnelle avec celle de la variété témoin *Orishele*. Tous les régimes à

base de ces bananes ont été bien digérés par les rats qui ont eu des gains de poids. Les taux de digestibilité de la matière sèche des fruits des hybrides CRBP 39 et FHIA 21 sont sensiblement identiques à celui à base des fruits de la variété témoin *Orishele*. Les taux de digestibilité d'amidon des régimes à base d'hybride CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21 sont significativement différents de celui de la variété témoin *Orishele*.

Les rats nourris avec les régimes à base de ces bananes plantain ont eu des taux de glycémie normale.

Au vu de ces résultats, les régimes à base des fruits des hybrides de banane plantain testés et celui de la variété témoin *Orishele* présentent des qualités nutritionnelles similaires.

Par rapport aux fruits des hybrides de bananiers

testés; le fruit le mieux indiqué au plan nutritionnel est celui l'hybride FHIA 17 car le régime fait à base de ses fruits a des taux de digestibilité de la matière sèche et de l'amidon les plus élevés, et les rats nourris à ce régime alimentaire ont eu une glycémie normale et les gains de poids les plus élevés. Au plan nutritif, il possède les teneurs en protéines, en lipides et en cendres les plus élevées.

Remerciements

Nous remercions le CNRA et l'animalerie de l'UFR de Biosciences de l'Université d'Abidjan Cocody qui nous ont offert gracieusement les matériaux végétal, animal et technique pour le bon déroulement de notre étude.

Références bibliographiques

- Adrian J., Potus J. & Frangne R., 1995, La science alimentaire de A à Z. 2^e édition. Collection technique et documentaire Lavoisier. 30 -31 et 128.
- AFNOR, 1991, Association Française de Normalisation. Recueil des normes françaises des céréales et des produits céréaliers. Troisième édition. 1- 422.
- Agbo N.G., Soumanou M. & Yao K.A., 1996, Nouvelles techniques de conservation de la banane plantain en milieu rural avec la matière végétale locale Sci. Aliments, 16, 607-621.
- Anonyme, 2002, Memento de l'Agronome, CIRAD-GRET, Ministère des Affaires Etrangères, imprimé en France-Jouve 11, bd de Sébastopol, 75001 Paris. 960-974.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1975, Official method of analysis (12th ed.) the Association Washington, DC, USA.
- Auboirn E., Achard R., Tomekpe K., Noupadja P., Tchango Tchango J. & Escalant J-V., 1998, Impact des travaux d'amélioration génétique et des biotechnologies sur les productions de bananiers pour les consommations locales en Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale. InfoMusa, 12, 1, 8-13.
- Badila C., Diawata M., Ellaly G.G. & Nguyen D., 2009, Mise au point d'un procédé de fabrication des farines de banane plantain et de tubercules de patates douces. I: Evaluation des caractéristiques chimiques des farines. Annales de l'Université Marien Ngouabi, 10, 4, 57-63.
- Coulibaly S., Nemlin G.J. & Kamenan A., 2007, Chemical composition, nutritive and energetic value of plantain (*Musa ssp.*) Hybrids CRBP 14, CRBP 39, FHIA 17, FHIA 21 and *Orishele* variety. Tropicultura, 25, 1, 2-6.
- Coulibaly S., Nemlin G.J. & Amani G., 2006, Isolation and partial characterisation of native starches of new banana and plantain hybrids (*Musa ssp.*) in comparison with that of plantain. starch/stärke, 58, 360-370.
- Digbeu D.Y., 2010, Inventaires et caractéristiques nutritionnelles des ignames cultivées dans les zones de production de la Côte d'Ivoire: formulation d'aliment de complément à base *Dioscorea alata* et *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé, spécialité: Nutrition, Abobo-Adjamé, 155 p.
- Durimel E. & Souckchaine M., 2002, Régulation hormonale de la glycémie chez le rat, licence de Biologie, Université des Antilles Guyanes, 1-6.
- FAO, 2003. Production Yearbook, 57, 185-186.
- Fotso M., Israel L. & Serge T., 1996, Amélioration de la qualité nutritionnelle des fufous et bouillies à base de maïs, manioc et igname par supplémentation avec du soja, cahiers Agricultures, 3, 6, 369-375 disponible à O.R.S.T.O.M Fonds Documentaires N° 41559 ex 1, cote B. ISSN= 1166-7699.
- Gnakri D., 1993, Valorisation du fruit de plantain (*Musa spp.*): I- Caractérisation physico-chimique de l'amidon. II- Etude nutritionnelle, métabolique et physiologique des aliments dérivés: fufou et fufou. Doctorat d'état ès-sciences. Abidjan, Côte d'Ivoire. 233 p.
- Kjeldah BIPEA, 1976, Bureau Interprofessionnel d'Etude Analytique Recueil de méthodes Agronomie tropical, 37, 68-800.
- Kpandé G.D., 2004, Etude des propriétés physico-chimiques des nouveaux hybrides de bananes CRBP 39 et FHIA 17, Mémoire de DEA de l'Université d'Abobo – Adjamé, 54 p.
- Mepha H.D., Eboh L. & Nwaojigwa, 2007, Chemical composition, functional properties of wheat-plantain composite flours. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 7, 1-12.
- Nindjin, Konan A.G., Agbo N.G. & Otokore O.D., 2003, Variétés d'ignames (*Dioscorea spp.*) rencontrées sur les marchés en Côte d'Ivoire et leur préférence culinaire In: (eds) "Post-récolte et consommation des ignames" Actes du séminaire international Ethz-CNRA CERN-CIRAD-NCCRI-UC-KUL, 17-19 juin 2003, IITA-Bénin.p. 32.
- Oteng-Gyang K.O., 1979, Biochemiocal studies of the fermentation of Cassava (*Manihot utilisima* Pohl) *Acta biotechnology*, 3, 280-292.
- Pacheco E., Belkis S. & Irma H., 1997, Plant starches and oils. Their influence on digestion in rats in Journal of the Science of Food and Agriculture [en ligne], 77 (3), COINICIT: Grant Number: P1-071, 381-386 disponible sur: «http:// WWW. biofpr.com». (consulté le 11-11-2007).
- Suntharalingam F. & Ravindram G., 1993, Composition physico-chimique de 4 variétés de banane plantain. InfoMusa, 3, 45-48.
- Swennen R., 2006, Unir les forces pour aider les planteurs de bananes [en ligne], in: Les fruits de la recherche agricole. Dimensions 3, le journal de la Coopération belge, 5, 8-9 disponible sur: «http://www. diplomate. be » (consulté le 03-04-2008).
- Tecaliman, 1996, Evaluation du degré de transformation de l'amidon en alimentation animale, 3 p.1/4.
- Tezenas du Montcel, 1993, Le bananier plantain. In: The tropical agriculturalist the Macmillan Press LTD. London. 103 p.
- Tovignon G., 2005, Influence des parties végétatives de manioc (*Manihot esculenta*) sur les performance zootechniques des aulacodes (*Thryonomys swinderianus*, Temminck, 1827) d'élevage, gestion de la faune. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'études spécialisées en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, Gembloux Faculté Universitaire des Sciences agronomiques, Université de Liège, Communauté française de Belgique, 1-79.

K.A. Kouadio Kouajou, Ivoirien, DEA en Nutrition et Sécurité Alimentaire de l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire. Etudiant en 2^{ème} année de thèse. S. Coulibaly, Ivoirien, Doctorat de l'Université d'Abobo-Adjamé en Sciences et Technologies des Aliments (Technologie), Maître de Recherche au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Côte d'Ivoire.

Louise Ocho-Anin Atchibri, Ivoirienne, Doctorat d'Etat de l'Université d'Abobo-Adjamé en Sciences et Technologies des Aliments (Nutrition), Maître assistant à l'UFR STA de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

G. Kouamé, Ivoirien, Doctorat de 3^e cycle en physiologie animale (Nutrition), Maître Assistant à l'Université d'Abidjan Cocody, Côte d'Ivoire.

A. Meité, Ivoirien, Doctorat Unique de l'Université d'Abidjan Cocody en Physiologie Animale (Nutrition), Assistant à l'Université d'Abidjan Cocody, Côte d'Ivoire.

Value Added and Equity in the Smallholder-produced Teak (*Tectona grandis* L.f.) Poles Value Chain in Southern Benin

A.K.N. Aoudji^{1*}, A. Adégbidi¹, S. Akoha¹, V. Agbo¹ & P. Lebailly²

Keywords: Value chain- Value added- Equity- Tree planting- Teak pole- Benin

Summary

This article assesses the value added created, and equity in the smallholder-produced teak poles value chain in Southern Benin. The questions intended to be addressed were as follows: how well does the value chain contribute to create wealth? How fairly is the value added shared among chain participants? What are the opportunities for smallholder farmers to capture a wider share of the value added? The study was based on data from 103 teak planters surveyed in the Atlantic Department, and 89 teak poles traders operating in five major cities. The consolidated production-trading account of the value chain was elaborated. The level of equity in the value chain was analysed based on the costs borne, the contribution to the value added, and the share of value added received by each stakeholder. The value chain generated a positive value added. Traders were the main contributors, and the first beneficiaries of the value added. However, there was no sufficient evidence of inequity to the disadvantage of farmers. There is avenue for farmers to upgrade in the value chain by acquiring new functions, to increase the farm gate value of timber. The related policy implications were discussed.

Résumé

Valeur ajoutée et équité dans la chaîne de valeur des perches de teck (*Tectona grandis* L.f.) au Sud-Bénin

Nous avons évalué la valeur ajoutée créée, et l'équité dans sa répartition entre les agents de la chaîne de valeur des perches de teck au Sud-Bénin. Les questions abordées sont : la chaîne de valeur crée-t-elle la richesse ? Y a-t-il équité dans la répartition de la valeur ajoutée entre les agents de la chaîne ? Quelles sont les opportunités pour les petits exploitants d'obtenir une plus grande part de la valeur ajoutée ? L'étude est basée sur des données de 103 planteurs de teck enquêtés dans le département de l'Atlantique, et 89 commerçants de perches de teck opérant dans cinq grandes villes. Après l'élaboration du compte consolidé de la chaîne de valeur, le niveau d'équité a été analysé en considérant les coûts supportés, la contribution à la valeur ajoutée, et la part de valeur ajoutée reçue par chaque acteur. La chaîne de valeur génère une valeur ajoutée positive. Les commerçants sont les premiers contributeurs, et aussi les premiers bénéficiaires de la valeur ajoutée. Les résultats ne traduisent pas d'iniquité en défaveur des paysans. Ces derniers peuvent améliorer leur part de valeur ajoutée, en s'appropriant de nouvelles fonctions permettant d'accroître la valeur bord champ du bois. Les implications de politique ont été discutées.

Introduction

Economic activities are targeted to create wealth, an indicator of which is the value added (18, 21). Therefore, the potential of an industry to generate value added is a performance indicator (12, 14). The value added is shared among various beneficiaries involved in the chain. The ability of smallholder farmers in developing countries to capture a significant share of that value added is a critical policy matter (1). The rationale is that poverty alleviation, especially in rural areas remains a critical issue in those countries. One controversial debate about farm products value chains in developing countries is related to the distribution of benefits among stakeholders. As highlighted by Fafchamps and Gabre-Madhin (6), traders are often viewed as making excessive profits,

to the detriment of farmers. Regarding timber value chains, it is often reported that smallholder farmers receive a small share of the benefits (17). Therefore, the following questions are of interest to enlighten policy makers on relevant options to support smallholder-produced timber value chains: (i) how well do farm-grown timber value chains contribute to create wealth? (ii) How fairly is the value added shared among value chain participants? (iii) What are the opportunities for smallholder farmers to capture a wider share of the value added? Those are important questions because the view that agricultural products traders were getting excessive profits had provided rationale for attempts to eliminate them, through the setting-up of government-led marketing boards

¹Department of Economics, Socio-Anthropology and Communication for the rural development. Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Benin.

²Department of Economics and Rural Development, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2- 5030 Gembloux, Belgium.

*Corresponding author: Tel.: +229 97481280, E-mail: augustin.aoudji@gmail.com

and arbitrary pricing; but those policies were clearly unsuccessful (10). The objective of this article was to assess the potential of the smallholder-produced teak poles value chain in Southern Benin to create wealth, as well as equity in benefits sharing.

Teak planting by smallholder farmers in Southern Benin has developed from the 1970s. Pole - i.e., timber with diameter ranging from 5 to 15 cm - is the main category of timber produced by farmers. This is done through coppicing, with rotations of 3 to 5 years on average. Two main stakeholders were involved in the value chain: teak planters and timber traders. Farmers sell stumpage timber to traders who in turn make the product available to urban consumers in retail outlets, after logging, loading, transportation, off-loading, and sorting. It was hypothesised that the smallholder-produced teak poles value chain contributes to create wealth. It was also asserted that the value added is unfairly distributed to the detriment of farmers.

Studies concluding on the exploitive nature of trade often build only on benefits sharing in value chains (15, 22). The limitation of this approach stems from the ignorance of the costs borne by traders to perform marketing functions to the benefit of farmers and consumers. Equity, as a performance indicator, is related to how fairly benefits and costs are shared among chain participants (5, 7). Since participants in a given channel perform various functions to move on the product from production to consumption, they bear various levels of costs that should be taken into account while discussing about equity in the value chain. In this study, we consider both the gross profit and the costs to assess equity in the chain.

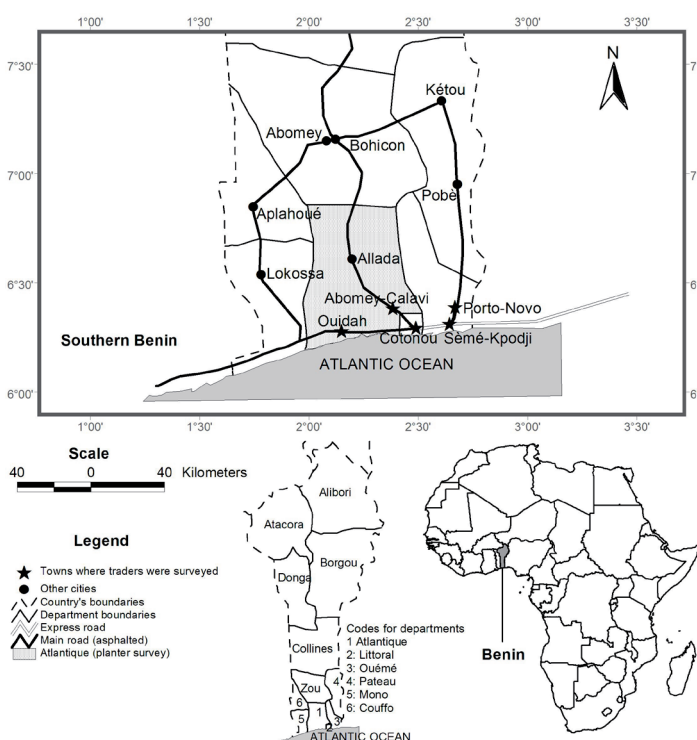


Figure 1: Map of Southern Benin.



Figure 2: A lorry being loaded plantation gate.

Methods

Sampling and data collection

Data were collected between March and September 2010. Teak planters were surveyed in the Atlantique department (Figure 1), across five communes representative of the agro-ecological conditions under which teak has been planted in the region. Traders were surveyed in five cities where they operate (Figure 1).

Since no database of value chain agents was available, respondents were selected based on cluster sampling at the lowest administrative level (village for teak planters and city quarters for traders). The survey randomly covered about 15% of villages in the selected communes, for planters, and 15% of urban quarters in each town, for traders (2). Among other, detailed data were collected on the costs and revenue related to timber production (from planters), and marketing (from traders). At planters' level, costs and revenue data were related to the last production cycle completed. From the side of traders, economic data were collected about the last consignment of teak poles purchased and sold.

Traders often purchase timber based on a unit consisting in the loading of one lorry, containing on average 600 poles (Figure 2). In the planters' survey, the acreage of plantation was recorded, and the number of loadings of 600 poles harvested as well. That way, it was possible to make all economic calculations per loading of 600 poles¹.

Data handling

Data processing methods were built on guidelines for value chain analysis (e.g., 14, 21). Since the final target of the study was to elaborate a single production-trading account for the whole value chain, it was critical to ensure the reference period of economic data be identical for planters and traders. The planter survey covered a total of 254 farmers, 103 of whom sold

¹As indicative figure, one hectare of teak poles yields on average 2.5-3.5 lorry loadings.

their plantation in the period where traders purchased their last consignment (between November 2009 and April 2010). From the side of traders, 107 respondents were surveyed, 18 of whom were excluded from the analyses. These were traders who did not purchase timber from planters, but from other traders performing wholesale function on occasional basis. The rationale for excluding those respondents was to concentrate on the dominant trade behaviour in the value chain.

Production-trading account per stakeholder

At this stage, the value added was calculated separately for planters and traders: $VA=SR-I$ (1); where VA is the value added, SR is the total sales revenue, and I is the value of intermediate inputs involved in the activity.

The calculation was simple for traders, but costs accounting was used to charge fixed costs per consignment of 600 poles (licence costs, financial costs, taxes, and personnel remuneration). From the side of teak planters, the temporal value of money was integrated in the calculations, because the production cycle lasts several years (3-5 years). This was addressed by capitalising costs and revenues during the rotation. A 3% annual interest rate - savings remuneration rate during the study period - was used.

The value added usually encompasses the agent's return (gross profit), personnel remuneration, taxes, and financial costs (14, 21). The gross profit was calculated as: $GP=VA-(PR+T+FC)$ (2); where GP is the gross profit, VA is the value added, PR is personnel remuneration, T is taxes, and FC is financial costs.

Accounts consolidation and analysis of equity in the value chain

The consolidation of value chain accounts consists in elaborating a single production-trading account for the whole value chain. Internal flows of teak poles between farmers and traders are ignored (cf. 14, 21 for details).

We compared planters and traders based on their costs, the value added created, and their gross profit. This was done by performing Student's t test for means comparisons.

Results

Value added in the value chain

Table 1 shows the consolidated production-trading account of the value chain; and table 2 is useful to understand inputs consumption and value added creation along the chain. Teak pole was the main revenue source in the value chain and represented 97% of the turnover. Besides this main product, additional income was obtained at planters' level from by-products, including firewood and maize intercrop which is grown during the first year of the establishment of the plantation (Table 1).

The value added generated by the value chain was positive and represented 76% of the turnover (Table 1). The ratio 'value added/intermediate inputs' amounted 3.2 (Table 1). Intermediate inputs encompassed teak planting material (seed, seedlings) and its transportation to the field, teak poles transportation, trader's travel costs, communication, renting of the retail outlet, licence costs, and broker commission. The vast majority of those inputs were related to marketing stage; inputs at production level were limited to the planting material and its transportation to the field, and 31% of the broker commission (Table 2). Teak poles transportation from plantation gate to the retail outlet in metropolitan centres was the major component (three quarters) of intermediate inputs in the value chain (Table 1).

Table 1
Consolidated production-trading account for a loading of 600 teak poles

Item	Amount (XOF ^a)
Planting material	2686
Transport of seedlings	46
Transportation of teak pole	72789
Trader's travel	1226
Communication	412
Renting of the retail outlet	7471
Licence costs	5227
Broker commission	5430
Intermediate inputs	95287
Remuneration of rural workers	42862
Remuneration of urban workers	25229
Bribe	24629
Financial costs	571
Local tax	2372
National tax	4523
Planters' gross profit	60022
Traders' gross profit	140797
Value added	301005
Pole revenue	384258
Firewood revenue	4376
Maize revenue	7658
Turnover	396293

Note: 'Intermediate inputs' is the sum of teak planting material and its transportation to the field, transportation of teak pole, trader's travel, communication, renting of the retail outlet, licence costs, and broker commission. The value added is obtained by subtracting intermediate inputs from the turnover. The turnover is the sum of teak poles revenue, firewood revenue, and maize revenue.

^a XOF: Local currency; the exchange rate from 1st March to 30 September 2010 – period where surveys were carried out – averaged XOF 1= USD 0.002 (Source: <http://www.exchangerates.org.uk/XOF-USD-exchange-rate-history.html>; access on 13 December 2010).

Table 2
Price decomposition along the value chain, for a loading of 600 teak poles

Agent	Item	Amount (XOF ^a)
Planters	Planting material	2686
	Transport of seedlings	46
	Broker commission	1666
	Remuneration of rural workers	13407
	Total costs	17805
	Poles revenue	65793
	Firewood revenue	4376
	Maize revenue	7658
	Turnover*	77827
	Value added	73429
	Gross profit	60022
Traders	Purchase of teak poles	65793
	Transportation of teak poles	72789
	Other**	18101
	Remuneration of rural workers	29455
	Remuneration of urban workers	25229
	Bribe	24629
	Financial costs	571
	Total taxes	6895
	Total costs	243461
	Turnover	384258
	Value added	227576
	Gross profit	140797

Note: The value added is obtained by subtracting 'intermediate inputs' from the turnover. A planter's level, 'intermediate inputs' is the sum of the costs of teak planting material and its transportation to the field, and broker commission. At trader's level, 'intermediate inputs' encompasses the transportation of teak pole, trader's travel, communication, renting of the retail outlet, licence costs, and broker commission.

* The turnover at planter level is the sum of teak pole revenue, firewood revenue, and maize revenue.

** This includes the following items: broker commission, trader's travel, communication, renting of the retail outlet, and licence costs.

^aXOF: Local currency; the exchange rate in 2010 averaged XOF 1= USD 0.002.

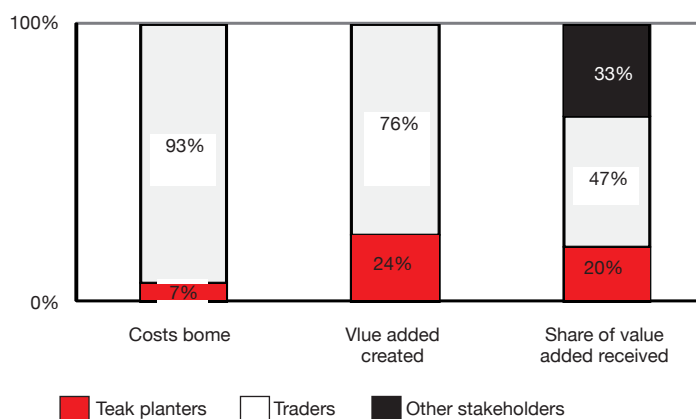


Figure 3: Costs and benefits sharing among stakeholders in the smallholder-produced teak poles value chain in Southern Benin.

Contribution to value addition, costs and benefits sharing in the value chain

The price decomposition along the value chain is shown in table 2. Further details on costs and benefits sharing among value chain participants are presented in figure 3. Traders' figures were consistently higher as compared to planters' for the costs borne in the value chain (Student's *t* test, $p=0.000$), the value added created (Student's *t* test, $p=0.000$), and the gross profit received (Student's *t* test, $p=0.000$). Planters' share of the total costs was low, as compared to traders' (Figure 3). Regarding the contribution to the value added, the major part of the value added was generated through marketing activities, with three quarters of the value added created at traders' level (Figure 3). Planters and traders, the main stakeholders shared 67% of the value added created in the value chain. Traders' gross profit represented almost half of the value added while planters' share was one fifth. One third of the value added was shared among other stakeholders (Table 2, Figure 3). Workers ranked second among value added beneficiaries, with a share of 22.6% (Table 1). The remuneration of rural workers included wages for tree planting, silvicultural treatments, and marketing functions performed at village level (logging and loading), while the remuneration of urban workers was related to the following activities: off-loading, sorting, retail sale and security. The fourth more important item in the value added was bribe to government workers which amounted to one tenth of the value added (Table 1). The other components were taxes at both local and national levels, and financial costs representing 2.3% and 0.2% of the value added, respectively (Table 1). No tax was collected at planters' level, and only traders secured credit from institutions of micro-finance in the framework of their activities (Table 2).

Discussion

Value added in the value chain

The study brought evidence that the farm-grown teak poles value chain in Southern Benin contributed to wealth increase, as hypothesised, given the positive value added. However, value addition was limited basically to the transfer of timber to the retail outlet; no processing occurred apart from manual quarrying - i.e., the removal of the bark and part of the sapwood to have approximately parallelepipedic shape. In reality, little potential exists for further value addition to teak pole with the current technological level, given the small diameter of this timber (5 to 15 cm). However, the production of poles tallies with the local context of Southern Benin characterised by the demand for cheap construction timber in metropolitan regions. Forestry is usually characterised by the existence of externalities. In the case of the smallholder-produced teak poles value chain in Southern Benin, the real contribution to wealth increase is higher than reported here because, at farmers' level, the study did not value

environmental services provided by forest plantations (soil and water conservation, carbon sequestration, etc.) that are often significant (4).

Transport (three quarters of intermediate inputs) was a critical item in the value chain. These results suggest that transport should receive a careful attention if the overall efficiency of the value chain is to be improved. Other studies have highlighted the importance of transport costs in the marketing of agricultural products in Sub-Saharan Africa (6, 9). Besides the effect of distance, transport costs are influenced by the quality of roads (19). In the case of teak poles marketing in Southern Benin, transport costs are also influenced by the outdated state of the lorries, leading to frequent breakdowns and high maintenance costs (3). As argued by these authors, the improvement of transport conditions cannot be realistically handled in the single framework of timber marketing, but it might be addressed in the general framework of policy intended to support the efficiency in the marketing of agricultural products.

Equity in the value chain and upgrading potential for smallholder farmers

Both teak planters and traders had a positive return from their activities. Profitability of activities is an important criterion to expect those agents to continue to perform their functions in the value chain. Two distinct conclusions can be drawn from the analysis of costs and benefits sharing among value chain stakeholders, by considering separately the evenness in benefits sharing and equity in the value chain. First, the sharing of benefits is drastically uneven to the detriment of teak planters. This suggests a poor competitiveness of farmers with respect to value appropriation in the value chain. Second, given that traders were the main contributors to value addition and bear the major part of costs in the value chain (Figure 3), the results did not provide sufficient evidence of inequity to the disadvantage of teak planters, hence the rejection of the second hypothesis. The latter conclusion tallies with other studies reporting on the lack of evidence of an exploitive role of middlemen (11).

Farmers' low costs in the value chain could be related partly to the non valuation of land; but the opportunity cost of that asset is low, owing to the fact that teak is planted on degraded land with a low production potential. Even though farmers might be disadvantaged to some extent by their weak bargaining power, by accepting low prices for their products, the value share of a given agent depends basically on its functions in the value chain. Therefore, the low share of benefits captured by farmers stems from the fact that their involvement in value chains is often limited to low value added functions. In the timber value chain investigated, farmers concentrated merely on production function and sell stumpage timber. By contrast, the marketing functions performed by traders included a diversified range of activities

(timber logging, loading, transportation, off-loading, sorting, and retailing).

The upgrading potential of an agent depends on its ability to acquire new and more remunerative functions in the value chain (8). Rather than selling stumpage timber, planters could acquire new functions such as logging and sorting, so as to increase the farm-gate value of teak poles. However, this upgrading path requires the ability to supply consistent volumes over time; so that it is not realistic at the level of individual farmers, given the small estates of their teak plantations: 50% of farmers hold less than 0.83 ha of plantations (2). It is argued that collective marketing could enable teak planters to deliver consistent volume over time, and improve coordination in the value chain thanks to contractual arrangements between traders and planters groups. Capturing this potential will require support to the development of planters' associations which did not exist during the period of the study (2). Moreover, group marketing has the potential to bring economies of scale, improve farmers bargaining power and their marketing performance (13).

Besides the returns to planters and traders, 33% of the value added was shared among other stakeholders. The value chain had a positive social impact, as shown by revenues to rural and urban workers (Table 1). The low taxation in the value chain is in concordance with the objective of Beninese government to encourage reforestation on privately owned lands. Bribe was a key component of the value added. This rent was collected by forest service workers on check points during timber transportation, the issue of logging permits and pass, professional licences and other formalities. Since the stumpage price of timber is a residual value (16), any rent collected during timber marketing is done to the detriment of farmers' income. Therefore, the control over rent that is the responsibility of governments could enable increased returns to planters. We agree with other scholars on the necessity to improve the functioning of the forest service, and undertake sound reforms in the forestry sector (3, 20).

Conclusions

The study was to assess the value added in the smallholder-produced teak poles value chain, in Southern Benin, and the fairness in its distribution among chain stakeholders. The value added was positive, so that the farm-grown teak poles value chain contributed to wealth increase, as hypothesised. Transportation was a critical issue to the overall efficiency of the value chain. The improvement of transport infrastructures might be addressed in the general framework of efficient marketing of farm products.

The general picture emerging from the analysis of costs and benefits sharing is the uneven distribution of the value added to the detriment of teak planters;

but there was no sufficient evidence of inequity to their disadvantage, hence the rejection of the second hypothesis. For policy makers, the critical issue is to seek out relevant upgrading paths for farmers in the value chain. In order to improve their competitiveness with respect to value appropriation, teak planters need to acquire new functions such as logging and sorting that can be performed at village level. This upgrading path would require collective marketing through planters' associations which development should be supported. Bribe was a key component of the value added, with a negative impact on planters' return. Tackling rent-seeking behaviour from government workers through a proper implementation of the forest regulation could improve farmer's return in the value chain.

This article shows an instantaneous picture of benefits sharing in the value chain, yet we need further studies to get a deeper knowledge. It would be useful, in

future studies, to analyse the system from a dynamic perspective to see what changes occur over time. Moreover, the assessment of environmental services which was out of the scope of this study will be useful to enlighten policies targeted to the value chain.

Acknowledgement

The study was carried out in the framework of the 'Projet Interuniversitaire Ciblé: Contribution au développement d'une filière de teck au départ des forêts privées du Sud-Bénin (Département Atlantique)', the purpose of which was to support the development of a viable teak value chain in Southern Benin. We are indebted to the Belgian 'Commission Universitaire pour le Développement (CUD)' for funding the project. Thanks also to Dr. Th. Dogot who provided help in data processing.

Literature

- Altenburg T., 2006, Donor approaches to supporting pro-poor value chains. Report prepared for the Donor Committee for Enterprise Development Working Group on Linkages and Value Chains with the support of UNIDO and FAO, 61 p.
- Aoudji A.K.N., Adégbidi A., Agbo V., Atindogbé G., Toyi S.S.M., Yévidé A.S.I., Ganglo J.C. & Lebailly P., 2012, Functioning of farm-grown timber value chains: lessons from the smallholder-produced teak (*Tectona grandis* L.f.) poles value chain in Southern Benin. *Forest Policy Econ.* 15C, 100-109.
- Aoudji A.K.N., Adégbidi A., Agbo V., Ganglo J.C. & Lebailly P., 2011, Coûts et valeur ajoutée dans la commercialisation des perches de teck au Sud-Bénin. *Cah. Agric.* 20, 480-486.
- Cao Y., Ouyang Z.Y., Zheng H., Huang Z.G., Wang X.K. & Miao H., 2008, Effects of forest plantations on rainfall redistribution and erosion in the red soil region of Southern China. *Land Degrad. Dev.* 19, 321-330.
- Coughlan A.T., Anderson E., Stern L.W. & El-Ansary A.I., 2001, *Marketing Channels*, Prentice Hall, New Jersey, 590 p.
- Fafchamps M. & Gabre-Madhin E., 2006, *Agricultural markets in Benin and Malawi*. AfJARE, 1, 67-94.
- Fraval P., 2000, *Éléments pour l'analyse économique des filières agricoles en Afrique sub-saharienne*. Ministère des Affaires étrangères, 100 p.
- Gereffi G., 1999, International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *J. Int. Econ.* 48, 37-70.
- Jatau D.F., 2008, Profitability assessment of *Borassus aethiopum* (Mart) marketing in Adamawa State, Nigeria. *J. Agri. Soc. Sci.* 4, 159-164.
- Jayne T.S. & Jones S., 1997, Food marketing and pricing policy in Eastern and Southern Africa: a survey. *World Dev.* 25, 1505-1527.
- Jensen A., 2009, Valuation of non-timber forest products value chains. *Forest Policy Econ.* 11, 34-41.
- Keyser J.C., 2006, Description of methodology and presentation of templates for value chain analysis; Part 1: Narrative text. Background paper for the competitive commercial agriculture in Sub-Saharan Africa (CCAA) study, 35 p.
- Kruijsen F., Keizer M. & Giuliani A., 2009, Collective action for small-scale producers of agricultural biodiversity products. *Food Policy*, 34, 46-52.
- Lebailly P., Dogot T., Bien P.V. & Khai T.T., 2000, *La filière rizicole au Sud Viêt-Nam - Un modèle méthodologique*. Gembloux Agronomic Press, Gembloux, 142 p.
- Maraseni T.N., Shivakoti G.P., Cockfield G. & Apan A., 2006, Nepalese non-timber forest products: an analysis of the equitability of profit distribution across a supply chain to India. *Small-scale Forest Economics, Management and Policy*, 5, 191-206.
- Nautiyal J.C., Kant S. & Williams J.S., 1995, A mechanism for tackling the value of standing timber in an imperfect market. *Can J. For. Res.* 25, 638-648.
- Nawir A.A., Kassa H., Sandewall M., Dore D., Campbell B., Ohlsson B. & Bekele M., 2007, Stimulating smallholder tree planting – lessons from Africa and Asia. *Unasylva*, 58, 53-59.
- Riahi-Belkaoui A., 1999, Net value added and earnings determination. *Review of quantitative finance and accounting*, 13, 393-399.
- Shepherd A.W., 2007, A guide to marketing costs and how to calculate them - Revised and reprinted 2007. FAO, Rome, 59 p.
- Siebert U. & Elwert G., 2004, Combating corruption and illegal logging in Bénin, West Africa: recommendations for forest sector reform. *J. Sustain. Forest.* 19, 239-261.
- Talleg F. & Bockel L., 2005, *Commodity chain analysis: financial analysis*. FAO, Rome, 18 p. Online: www.fao.org/tc/easypol (downloaded on 6 May 2009).
- Vodouhè F.G., Coulibaly O., Assogbadjo A.E. & Sinsin B., 2008, Medicinal plant commercialization in Benin: an analysis of profit distribution equity across supply chain actors and its effect on the sustainable use of harvested species. *J. Med. Plant. Res.* 2, 331-340.

A.K.N. Aoudji, Beninese, PhD in Agricultural Economics. Research Assistant in the Department of Economics, Socio-Anthropology and Communication for the rural development. Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Benin. Telephone: +229 97481280. E-mail: augustin.aoudji@gmail.com

S. Akoha, Beninese, Agricultural Engineer, specialised in Agricultural Economics, Research Assistant in the Department of Economics, Socio-Anthropology and Communication for the rural development. Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Bénin. E-mail: saturneak@yahoo.fr

A. Adégbidi, Beninese, PhD in Agricultural Economics, Lecturer in the Department of Economics, Socio-Anthropology and Communication for the rural development. Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou, Benin. E-mail: ansadegbidi@yahoo.fr

V. Agbo, Beninese, Professor of Sociology, Lecturer in the Department of Economics, Socio-Anthropology and Communication for the rural development. Faculty of Agricultural Sciences, University of Abomey-Calavi, 01 BP 526, 01 BP 526 Cotonou, Benin.

P. Lebailly, Belgian, Professor of Agricultural Economics, Head of the Department Economics and Rural Development, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2 – 5030 Gembloux, Belgium. Telephone: +32 (0)81622361. E-mail: philippe.lebailly@ulg.ac.be

LES ACTIONS DE LA DGD

DGD'S ACTIVITIES

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGD

LAS ACTIVIDADES DEL DGD

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESSE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

JAARLIJKSE WEDSTRIJDEN

Om het wetenschappelijk onderzoek van goede kwaliteit i.v.m. problemen eigen aan de overzeese gebieden te bevorderen, organiseert de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen (KAOW) jaarlijkse wedstrijden.

a) Opstellen van de vragen en indiening van de werken

Art. 1. Elke klasse schrijft jaarlijks een wedstrijd uit over een vraag die verband houdt met de door haar behandelde materies.

Tijdens haar februarizitting bepaalt elke klasse het thema waarover de vraag zal handelen en duidt zij twee leden aan om ze op te stellen. Tijdens haar maartzitting legt elke klasse de tekst van de vraag definitief vast. Deze vraag moet voldoende ruim geformuleerd worden zodat het tot een echte competitie kan komen.

Art. 2. De wedstrijd is toegankelijk voor wetenschappers wereldwijd zonder enige leeftijdsbeperking. De leden van de Academie mogen niet deelnemen.

Art. 3. Elk door de Academie voor de jaarlijkse wedstrijd bekroonde werk krijgt een prijs in speciën (2 500 EUR / 2013).

Art. 4. Het voor de jaarlijkse wedstrijd van de Academie ingediende werk moet een origineel en recent (max. drie jaar oud) wetenschappelijk manuscript zijn: een doctoraal proefschrift of een werk van ten minste hetzelfde niveau.

Het werk mag niet uitgegeven zijn vóór de bekendmaking van de vraag.

Het indienen van een werk voor de jaarlijkse wedstrijd impliceert dat de potentiële laureaat instemt met de voorwaarden die aan het aanvaarden van de prijs verbonden zijn.

Art. 5. De Academie neemt werken in het Nederlands, het Frans, het Duits, het Engels en het Spaans in overweging.

Art. 6. De auteurs van de voor de wedstrijd ingediende werken mogen anoniem blijven. In dat geval voegen zij bij hun werk een verzegelde enveloppe met daarin hun naam en adres en voorzien van een duidelijk herkenbaar devies dat ook aan het begin van hun werk terug te vinden is. Deze enveloppe wordt opengemaakt na de toekenning van de prijs.

Art. 7. De voor de wedstrijd ingediende werken moeten in vijf exemplaren op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart van het tweede kalenderjaar dat op de publicatie van de vragen volgt.

b) Beoordeling van de ingediende werken

Art. 1. Tijdens hun maartzitting duiden de klassen voor elk werk drie lezers aan om het te onderzoeken en er voor de jury een verslag over op te stellen.

Art. 2. De jury wordt voorgezeten door de Voorzitter van de Academie en is samengesteld uit zes gewone of eregewone leden, nl. twee per klasse, hetzij een per taalrol. Zij worden voor twee jaar aangeduid door de klasse. Elk jaar tijdens de maartzitting wordt de helft van de jury hernieuwd.

Art. 3. De prijzen worden in de maand mei door de klasse toegekend nadat zij het verslag van de jury gelezen en goedgekeurd heeft. De auteur van het bekroonde werk zal de titel van « Laureaat van de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen » dragen.

Art. 4. Na toekenning van de prijzen blijven de werken op het secretariaat van de Academie ter beschikking van de leden.

CONCOURS ANNUELS

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 (ARSOM) organise des concours annuels.

a) Rédaction des questions et introduction des travaux

Art. 1. Chaque classe met annuellement au concours une question sur les matières qui lui sont spécifiques.

En sa séance de février, chaque classe détermine le thème sur lequel portera la question et désigne deux membres chargés de la rédiger. En sa séance de mars, chaque classe arrête définitivement le texte de la question. Cette question doit être formulée de manière suffisamment large pour susciter une vraie compétition.

Art. 2. Le concours est accessible aux scientifiques du monde entier sans aucune restriction d'âge. Les membres de l'Académie ne peuvent y prendre part.

Art. 3. Chaque travail couronné par l'Académie au concours annuel est doté d'un prix en espèces (2 500 EUR / 2013).

Art. 4. Le travail soumis au concours annuel de l'Académie doit être un manuscrit scientifique, original et récent (max. trois ans): une thèse de doctorat ou un travail de niveau au moins équivalent.

Le travail ne peut avoir été publié avant la diffusion de la question.

L'introduction d'un travail au concours annuel implique de la part du lauréat potentiel qu'il souscrive aux conditions liées à l'acceptation du prix.

Art. 5. Seront pris en considération par l'Académie les travaux rédigés en français, en néerlandais, en allemand, en anglais et en espagnol.

Art. 6. Les auteurs des travaux présentés au concours peuvent garder l'anonymat. Dans ce cas, ils joindront à leur travail un pli cacheté contenant leur nom et adresse et portant une devise clairement identifiable reproduite en tête de leur ouvrage. Ce pli sera ouvert après l'attribution du prix.

Art. 7. Les travaux présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie en cinq exemplaires avant le premier mars de la deuxième année civile qui suit celle de la diffusion des questions.

b) Appréciation des travaux introduits

Art. 1. En leur séance de mars, les classes désignent pour chaque travail trois lecteurs chargés de les examiner et d'en faire rapport auprès du jury.

Art. 2. Le jury est présidé par le Président de l'Académie et est constitué de six membres titulaires ou titulaires honoraires, à savoir deux par classe, dont un par régime linguistique. Ils sont désignés pour deux ans par la classe. Chaque année, lors de la séance de mars, le jury est renouvelé de moitié.

Art. 3. Les prix sont attribués par la classe au mois de mai après lecture et approbation du rapport du jury. L'auteur de l'ouvrage couronné portera le titre de « Lauréat de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer ».

Art. 4. Après attribution des prix, les travaux restent au secrétariat de l'Académie à la disposition des membres.

YEARLY COMPETITIONS

In order to stimulate high-quality scientific research regarding problems inherent to overseas regions, the Royal Academy for Overseas Sciences (RAOS) organizes yearly competitions.

a) Writing the questions and submitting the works

1. Every year, each Section of the Academy puts one question forward on specific subjects.

In its February meeting, each Section sets the theme on which the question will be focused and appoints two members in charge of writing it. In its March meeting, each Section approves the final text of the question. Each question should be worded as broadly as possible in order to generate a real competition.

2. The competition is open to all scientists worldwide without any age restriction. Academy members are not allowed to take part.

3. Each award-winning work in the yearly competition is granted a cash prize (2,500 EUR / 2013).

4. The work submitted to the Academy's yearly competition should be an original and recent (max. three years old) scientific manuscript: a PhD thesis or a work of at least the same level.

The work may not have been published before the announcement of the question.

Submitting a work to yearly competition implies that the potential laureate subscribes to the conditions linked to the acceptance of the prize.

5. Only the works written in English, French, Dutch, German and Spanish will be taken into consideration by the Academy.

6. The authors of works intended for the competition may remain anonymous. In this case, they should add to their submission a sealed envelope containing their name and address and bearing a distinctive sign or motto reproduced at the beginning of their work. This envelope is opened after awarding the prize.

7. The works submitted to the competition should reach the Academy's secretariat by 1 March of the year following that of the announcement of questions. Five copies are required.

b) Assessment of the works submitted

1. In their March meeting, the Sections appoint for each work three readers in charge of inspecting them and making a report to the jury.

2. The jury is chaired by the President of the Academy and includes six fellow or honorary fellow members, i.e. two per Section, one per linguistic community. These are appointed by the Section for two years. Every year, in the meeting of March, half of the jury is re-elected.

3. Prizes are awarded by each Section in May after reading and approving the jury's report. The author of the award-winning work will be conferred the title of "Prizewinner of the Royal Academy for Overseas Sciences".

4. After awarding the prizes, the works remain at the Academy's secretariat where they are made available to members.

CONCURSOS ANUALES

Con el fin de promover la investigación científica de alta calidad sobre temas propios de las regiones de ultramar la Real Academia de Ciencias de Ultramar organiza concursos anuales.

a) Formulación de las cuestiones y presentación de las obras

1. Cada Sección de la Academia formula cada año una cuestión sobre asuntos que le son específicos.

En su sesión de febrero, cada Sección determina el asunto al que se referirá la cuestión y nombra a dos miembros encargados de formularla. En su sesión de marzo, cada Sección aprueba el texto final de la cuestión. Esta cuestión debe ser formulada de manera suficientemente amplia para suscitar una competición verdadera.

2. El concurso está abierto a los científicos del mundo entero sin ninguna restricción de edad. Los miembros de la Academia no pueden participar en él.

3. Cada obra galardonada por la Academia en el concurso anual está dotada de un premio en metálico (2 500 EUR / 2013).

4. La obra sometida al concurso anual de la Academia debe ser un manuscrito científico, original y reciente (máx. tres años) : una tesis de doctorado o una obra que alcance al menos el mismo nivel.

La obra no puede haber sido publicada antes de la difusión de la cuestión.

La presentación de una obra para el concurso anual implica que el laureado potencial suscriba a las condiciones relacionadas con la aceptación del premio.

5. Sólo tendrá en cuenta la Academia las obras escritas en español, inglés, francés, neerlandés y alemán.

6. Los autores de las obras presentadas para el concurso pueden conservar el anónimo. En este caso, adjuntarán a su trabajo su nombre y su dirección dentro de un sobre sellado. El sobre llevará una señal o una divisa que estará reproducida en el encabezamiento de su obra.. El sobre será abierto después de la selección de la obra premiada.

7. Las obras sometidas al concurso deben llegar a la secretaría de la Academia antes del primero de marzo del año siguiente de la difusión de las cuestiones. Se requieren cinco ejemplares.

b) Evaluación de las obras presentadas

1. En su sesión de marzo, las Secciones nombran para cada obra a tres lectores encargados de examinarlas y de hacer un informe para el jurado.

2. El jurado está dirigido por el Presidente de la Academia y constituido por seis miembros titulares o titulares honorarios, sea dos por Sección, de quienes uno por comunidad lingüística. Están nombrados para dos años por la Sección. Cada año, en la sesión de marzo, la mitad del jurado está reelegida.

3. Los premios son otorgados por la Sección correspondiente en el mes de mayo tras lectura y aprobación del informe del jurado. El autor de la obra premiada llevará el título de «Laureado de la Real Academia de Ciencias de Ultramar».

4. Después del otorgamiento de los premios, las obras permanecen en la secretaría de la Academia a la disposición de los miembros

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESSE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

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>

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>

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>

Temas Concurso 2013

1. — Se pide un estudio microsocial 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>



ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

ROYAL ACADEMY
FOR
OVERSEAS SCIENCES

Questions du concours 2014

Première question. — On demande une étude sur les origines et la spécificité de la politique linguistique en Afrique du Sud, avec un accent particulier sur l'applicabilité de la législation linguistique.

2^e question. — On demande une étude sur l'application du SIG pour la conservation de la nature dans une région tropicale.

3^e question. — On demande une étude sur le développement des corridors de transport en région tropicale.

Les ouvrages présentés au concours doivent parvenir au secrétariat de l'Académie avant le 1^{er} mars 2014.

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 2014

Eerste vraag. — Men vraagt een studie over de origine en de specificiteit van de taalpolitiek in Zuid-Afrika, met bijzondere nadruk op de toepassing van de taalwetgeving.

2de vraag. — Men vraagt een studie over de GIS-toepassing voor het behoud van de natuur in een tropisch gebied.

3de vraag. — Men vraagt een studie over de ontwikkeling van transportcorridors in tropische gebieden.

De werken die voor de wedstrijd ingediend worden, moeten op het secretariaat van de Academie toekomen vóór 1 maart 2014.

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>

Questions for the 2014 Competition

First question. — A study is requested on the origins and specificity of the language policy in South Africa, with special emphasis on the applicability of official language legislation.

2nd question. — A study is requested on the application of GIS for the conservation of nature in a tropical area.

3rd question. — A study is requested on the development of transport corridors in tropical regions.

The studies must reach the secretariat of the Academy before 1st March 2014.

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>

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 (ARSOM) et 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 (ARSOM), 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 (D.G.D.).

Conseil d'administration

Le conseil d'administration d'Agri-Overseas a.s.b.l. est composé du Professeur Dr J. Vercruysse, 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'ARSOM; 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'Ecologie 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. Malaisse pour la «Foresterie et l'Ecologie», le Professeur Emérite Dr J.-C. Micha pour «les Pêches et la Pisciculture», le Professeur Emérite Dr 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. Vercruysse 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.tropicultura.org>

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

2012 Vol. 30 N° 1

Four issues a year (January- February- March)

CONTENTS

EDITORIAL

Dear Readers, (*in English and in French*)

G. Mergeai 1

ORIGINAL ARTICLES

Endogenous Knowledge and Phytochemical Study of *Flacourtia flavescens* Willd. (*Flacourtia indica* (Burm f.) Merr.) (*in French*)

Micheline Agassounon Djikpo Tchibozo, A. Savadogo, D.S. Karou, F. Toukourou & C. de Souza ... 3

Microbiological Composition, Processing and Consumer's Characteristics of Adjuevan, a Traditional Ivorian Fermented Fish (*in English*)

Rose Koffi-Nevry & Marina Koussémon 9

Germination and Seedling Development from Pepper (*Capsicum annum* L.) Seeds following Storage in Different Packaging Materials (*in French*)

J. Segnou, Amougou Akoa & E. Youmbi 15

Effect of *Panicum maximum* on Productivity of Primiparous Females during Reproduction Cycle in Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L.) (*in French*)

N'Goran D.V. Kouakou, E. Thys, M. Danho, E. Nogbou Assidjo & J.-F. Grongnet 24

Labour Arrangements in Cassava Production in Oyo State, Nigeria (*in English*)

N. Abila 31

Analysis of the Technical Efficiency of Small-holder Cocoyam Farms in Ondo State, Nigeria (*in English*)

O.I. Baruwa & J.T.O. Oke..... 36

Ethnobotanical Study of Ligneous Species in Agonvè Swampy Forest and Surrounding Area in Benin (*in French*)

M.E. Dossou, G.L. Houessou, O.T. Lougbégnon, A.H.B. Tenté & J.T.C. Codjia..... 41

Nutritional Values of Three Plantain Hybrids CRBP 39, FHIA 17 and FHIA 21 by Comparing them with that of *Orishele* Variety (*in French*)

K.A. Kouadio Kouakou, S. Coulibaly, Louise Ocho-Anin Atchibri, G. Kouamé & A. Meité 49

Value Added and Equity in the Smallholder-produced Teak (*Tectona grandis* L.f.) Poles Value Chain in Southern Benin (*in English*)

A.K.N. Aoudji, A. Adégbidi, S. Akoha, V. Agbo & P. Lebailly 55

DGD'S ACTIVITIES 61

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 