

# TROPICULTURA

2004 Vol. 22 N° 4

Trimestriel (octobre – novembre – décembre)

Driemaandelijks (oktober – november – december)

Se publica por año (octubre – noviembre – diciembre)



Récolte de piment dans la région de Guntur, Andhra Pradesh, Inde: les fruits sont triés selon leur qualité. Crédit: Patrick Van Damme.

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruysse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare

1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de la

Direction générale de la Coopération au Développement DGCD

[www.dgdc.be](http://www.dgdc.be)

Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur  
et Coopération au Développement

[www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be)

et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS

[www.dgdc.be](http://www.dgdc.be)

Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel  
en Ontwikkelingssamenwerking

[www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be)

en van het Brusselse Gewest

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR  
BRUXELLES X / BRUSSEL X



# SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

## EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIALES

Vers l'avenir ...  
Naar de toekomst ...  
Hacia el futuro...

**G. Mergeai** ..... 161

## ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Vegetative Propagation Methods Adapted to Two Rattan Species *Laccosperma laeve* and *L. Secundiflorum*  
Méthodes de multiplication végétative adaptées à deux espèces de rotin (*Laccosperma laeve* et *L. secundiflorum*)  
Methodes van vegetatieve vermenigvuldiging aangepast aan twee soorten rotan (*Laccosperma laeve* en *L. secundiflorum*)  
Métodos de propagación vegetal vegetativa adaptadas a dos especies de rotang (*Laccosperma laeve* y *L. secundiflorum*)

**I.A. Zoro Bi & K.L. Kouakou** ..... 163

Alimentation à base de produits du papayer et maturation ovocytaire chez *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) en Côte d'Ivoire

Dieet op basis van papaja bijproducten en eicelrijping bij *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) in Ivoorkust  
Alimentación en base de productos del papayo y maduración del ovocito de *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) en Costa de Marfil

**K. N'Da, A. Otchoumou & J.-C. Koffi** ..... 168

Screening of Bi-parental and Mutant Clones of Sugarcane *Saccharum officinarum* L. for Resistance to Smut Disease

Screening des clones de la canne à sucre *Saccharum officinarum* L. obtenus par croisement et par irradiation à la résistance au charbon  
Screening voor resistentie tegen brand van biparentale en mutante klonen van suikerriet *Saccharum officinarum* L.  
Selección de clones obtenidos por cruzamiento y mutación para la resistencia al tizón de la caña de azúcar *Saccharum officinarum* L.

**I. Nasiru & O.P. Ifenkwe** ..... 173

Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae)

Invoed van enkele milieufactoren op de kieming van *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae)  
Influencia de algunos factores medioambientales en la germinación de *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae)

**J. Ipou Ipou, P. Marnotte, G. Aman Kadio, S. Aké & Y. Touré** ..... 176

Premiers essais d'élevage du rat-taupo (*Cryptomys mechowii*, Rongeur: Bathyergidae) à Kinshasa, République démocratique du Congo

Eerste poging om de rat (*Cryptomys mechowii*, knaagdier: Bathyergidae) te kweken in Kinshasa, Democratische Republiek Congo  
Primeros ensayos de crianza del (*Cryptomys mechowii*, Roedor: Bathyergidae) en Kinshasa, Republica democrática del Congo

**R. Kisasa, J.C. Palata & V. Pwema** ..... 180

Modulating Effect of Black Plastic Mulch on the Environment, Growth and Yield of Cassava in a Derived Savanna Belt of Nigeria

Effet modérateur de la couverture du sol par du plastique noir sur l'environnement, la croissance et le rendement du manioc dans une zone de savane dérivée au Nigeria  
Regulerend effect van de bedekking van de bodem met een zwarte plastieke folie op milieu, groei en rendement van maniok in een afgeleide savanne in Nigeria

Efecto moderador del plástico negro de cobertura del suelo sobre el medio ambiente, el crecimiento y el rendimiento de la yuca en una zona de sabana derivada de Nigeria

**N.L. Aniekwe, O.U. Okereke & M.A.N. Anikwe** ..... 185

Open Pollinated Offspring for Producing Potatoes from True Seed

Progéniture de pollinisation libre pour la production de la pomme de terre à partir des vraies semences biologiques  
Nakomelingen van vrije bestuiving om aardappelen te produceren op basis van echte zaden  
Descendencia de polinización libre para la producción de papa a partir de las semillas verdaderas

**A.M. Golmirzaie, Susana Buendía, J. Espinoza & R. Ortiz** ..... 191

Optimisation du greffage pour trois espèces fruitières de cueillette des zones sahélo-soudaniennes:

*Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* et *Tamarindus indica*

Optimalisering van enting voor drie plukfruit soorten van sahelo-soudanese zones: *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* en *Tamarindus indica*  
Utilización óptima del injerto para tres especies frutales silvestres de las zonas sudanosahelianas : *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* y *Tamarindus indica*

**P. Soloviev & A. Gaye** ..... 199

Dynamique de la filière viande de brousse dans la partie continentale du Rio Muni en Guinée équatoriale

Dynamiiek van de markteten van het vlees van wild in het continentale deel van de Rio Mundi in Equatoriaal Guinee  
Dinámica de la cadena de valor de la carne de caza en la parte continental del Río Muni en la Guinea Ecuatorial

**Marielle Puit, A. Huart, P. Leroy & I. Njikam Nsangou** ..... 204

Variabilité et amélioration de la technologie traditionnelle de production de la pâte fermentée de maïs au Congo

Variabiliteit en verbetering van de traditionele productietechnologie van gegiste maïspasta in Congo  
Variabilidad y mejoramiento de la tecnología tradicional de producción de la masa fermentada de maíz en Congo

**D. Louembé, S. Kéléké, S.C. Kobawila & J.-P. Nzoussi** ..... 211

INDEX/INDICE ..... 219

### Vers l'avenir...

Chers lecteurs, nous sommes heureux de vous informer que suite à l'avis positif émis par le service de la Direction Générale de la Coopération au Développement (DGCD) qui a évalué les activités de notre revue pour la période 2002-2004, une nouvelle convention de plusieurs années couvrant les coûts de publication de *Tropicultura* devrait être prochainement signée entre Agri-overseas et les autorités de la coopération belge. Le contenu des articles que nous publions a été jugé pertinent et conforme par rapport aux objectifs que poursuit la coopération belge pour le développement de l'agriculture et une gestion plus durable de l'environnement dans les pays du Sud. La DGCD a également jugé très positivement les possibilités que nous offrons aux chercheurs des pays en voie de développement de faire part à un large public des résultats des travaux qu'ils réalisent dans les domaines liés au développement rural. La visibilité que nous donnons aux travaux menés dans ces matières grâce au soutien direct et indirect des programmes de la coopération belge a également été apprécié même si un effort supplémentaire nous sera sans doute demandé à l'avenir à ce niveau. Vous avez la garantie que *Tropicultura* continuera à vous parvenir régulièrement pendant au moins deux ou trois ans encore et que nous travaillons dur afin de trouver une solution permanente pour la publication de votre journal.

La pertinence des nouvelles priorités éditoriales de la revue visant à toujours augmenter la qualité et l'intérêt des articles que nous publions sort renforcée de cette appréciation de notre travail par la DGCD. Nous continuerons donc à l'avenir à donner la priorité à la publication d'articles susceptibles d'avoir un impact concret et direct sur l'amélioration des conditions de vie des populations rurales des pays du Sud et qui peuvent intéresser un nombre de lecteurs le plus large possible. Notre approche de la problématique du développement rural et de la gestion durable de l'environnement sera toujours résolument généraliste et pluridisciplinaire. Comme nous avons remarqué qu'au cours des deux dernières années le nombre de manuscrits traitant de problèmes de santé animale et de foresterie que nous recevons était en nette diminution, nous invitons les personnes actives dans ces domaines à ne pas hésiter à nous faire part des résultats de leurs investigations. Les travaux qui mettent l'accent sur des aspects méthodologiques transposables dans une gamme la plus large possible d'environnements et de régions du monde continueront à être sélectionnés en priorité pour peu qu'ils soient basés sur des données suffisamment fiables. Les manuscrits rendant compte d'investigations ou de réalisations à caractère appliqué débouchant sur l'élaboration de technologies appropriées pour un développement durable continueront également à être privilégiés. A la demande de la DGCD, un plus grand accent sera mis sur la présentation des activités réalisées dans ou en collaboration avec les institutions scientifiques belges concernant le développement durable des régions tropicales. Nous demandons aux auteurs qui souhaitent nous soumettre de nouveaux manuscrits pour publication de bien tenir compte de ces critères et nous demandons à ceux qui verraient leurs propositions d'article refusées pour cause de non conformité par rapport à cette nouvelle ligne éditoriale de faire preuve de compréhension en regard des contraintes qui sont les nôtres. L'augmentation de nos exigences en termes de qualité est, en effet, indispensable pour assurer la continuation de notre parution. Elle répond également à une contrainte importante concernant le nombre maximum d'articles que nous pouvons publier par an. Dans les conditions actuelles de notre financement, il nous est matériellement impossible d'inclure plus d'une quarantaine de travaux originaux dans nos quatre numéros annuels alors que le nombre de manuscrits que nous avons reçu au cours des douze derniers mois dépasse cent cinquante. Même en appliquant des exigences plus élevées au niveau de la qualité des articles publiés, la persistance de l'évolution à la hausse du nombre de manuscrits qui nous sont envoyés risque de créer à terme une frustration chez ceux qui devront attendre de plus en plus longtemps la parution de leurs travaux après qu'ils aient été acceptés. Une des solutions possibles pour résoudre ce problème consisterait à augmenter le nombre de pages par numéro pour y inclure plus d'articles et de limiter le nombre d'abonnés en n'envoyant plus la revue qu'aux institutions et aux organisations pouvant justifier d'un nombre suffisant de lecteurs. Dans cette hypothèse, les particuliers auraient toujours l'occasion de consulter les articles parus dans *Tropicultura* sur le site Internet de la revue. C'est une option possible. Il y en a certainement d'autres. Afin de nous aider dans les choix que nous devons faire à l'avenir pour assurer la continuation de la parution de notre revue et avoir votre avis sur ce qu'il faudrait faire pour rencontrer vos attentes, nous vous invitons à remplir le questionnaire qui se trouve dans le présent numéro. Une des questions qui vous y est posée concerne votre volonté de continuer à faire partie des abonnés de la revue. Nous vous encourageons donc vivement à remplir ce dernier si vous souhaitez toujours recevoir *Tropicultura*.

Nous vous remercions tous d'avance pour le temps que vous consacrerez à nous faire part de vos avis et de vos idées sur le fonctionnement de notre revue et nous vous souhaitons une bonne lecture de ce nouveau numéro.

Pour toute l'équipe de rédaction,

Guy Mergeai  
Rédacteur en Chef

## Looking towards the future ...

Dear readers,

We are pleased to inform you that following the positive note from the department of the "Direction Générale de la Coopération au Développement" (DGCD) which evaluated the activities of our Journal for the 2002-2004 period, a new convention for several years covering the publication expenses of Tropicultura should soon be signed between Agri-overseas and the authorities of Belgian cooperation. The content of the articles that we publish has been judged pertinent and conform to the objectives followed by Belgian cooperation for the development of agriculture and a more sustainable management of the environment in Southern countries. DGCD has also judged very positively the possibilities that we give to developing countries researchers to make available to a wide public the results of work carried out in fields relative to rural development. The visibility that we give to work carried out in these fields thanks to the direct and indirect support of Belgian cooperation programmes has also been appreciated even if a supplementary effort might be required in the future at this level. You can be assured that Tropicultura will continue to be sent to you for at least the two or three coming years and we are working hard to move towards a permanent solution for your Journal.

The relevance of the Journal's new editorial priorities aiming to keep increasing the quality and the interest of the articles that we publish is re-enforced by the DGCD's appreciation of our work. We will thus continue in the future to give priority to the publication of articles susceptible to have a concrete and direct impact on improving the living conditions of rural populations of Southern countries and which are likely to interest a large number of readers. Our approach to the problematic of rural development and of sustainable management of the environment will always be global and multidisciplinary. Since we noticed that the last two years the submissions of the subject matters Animal Health and Forestry diminished, we are especially keen to receive more papers on both subjects.

Work which insists on methodological aspects which can be transposed in a wide range of environments and regions in the world will be given priority as long as it is based on data which are sufficiently reliable.

Manuscripts about investigations or concrete applications leading to the elaboration of appropriate technology for a sustainable development will also be encouraged. At the request of DGCD, a wider accent will be given to the presentation of activities carried out in collaboration with Belgian scientific institutions dealing with sustainable development in tropical regions.

We ask authors who wish to submit new manuscripts for publication to take into account these criteria and we ask those who see their article proposal refused for non-conformity to this new editorial line to be comprehensive relative to our constraints. Increasing our requirement for quality is indeed highly necessary in order to continue publishing. There is also an important constraint relative to the maximum number of articles that we can publish per year. In the present conditions of our funding, it is materially impossible to include more than around forty original articles in our four annual numbers whereas the number of manuscripts that we have received during the last twelve months exceeds 150. Even by applying higher requirements for the quality of the articles published, the continual rise in the number of manuscripts, which are sent to us, might lead to a frustration for those who will have to wait longer for the publication of their work after it has been accepted. A possible solution to this problem would be to increase the number of pages per number in order to include more articles and to limit the number of subscriptions by only sending the Journal to institutions and to organizations, which can justify a sufficient number of readers. In this hypothesis, individuals could still consult the articles published in Tropicultura on the Journal's website. It is a possible option. There are certainly others. In order to help us in the decisions that we need to make in the future to continue the publication of our Journal and to have your opinion in order to meet your requirements, we invite you to fill in the form included in the present number. One of the questions asked is concerning your wish to remain a subscriber to our Journal. We thus encourage you to fill in this form if you wish to still receive Tropicultura.

We thank you for letting us know of any remarks or ideas regarding our Journal and we hope you enjoy reading this new number.

For all the editorial team

Guy Mergeai  
Chief editor

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

## ORIGINAL ARTICLES

## ARTICULOS ORIGINALES

## Vegetative Propagation Methods Adapted to Two Rattan Species *Laccosperma laeve* and *L. secundiflorum*

I.A. Zoro Bi\* & K.L. Kouakou

Keywords: Rattans- NTFP- *Laccosperma laeve*- *L. secundiflorum*- Vegetative regeneration- Sucker- Rhizome

### Summary

To set up a community-based forest ecosystem management strategy in South Ivory Coast using rattans as biological model, a research was carried out with the aim of achieving mass-production of seedlings by conventional vegetative propagation of two species: *Laccosperma laeve* and *L. secundiflorum*. We tested sucker with *L. laeve*, and sucker and rhizome with *L. secundiflorum*. For both species, high viability rates were observed at the seedling emergence time: 70% for sucker in *L. laeve*, and 80% and 93%, respectively for sucker and rhizome in *L. secundiflorum*. The mean seedling emergence time was estimated to  $131 \pm 12$  days after sowing (DAS) in *L. laeve*, and  $122 \pm 16$  and  $108 \pm 9$  DAS in *L. secundiflorum* for sucker and rhizome, respectively. No significant difference has been highlighted between the ability of *L. secundiflorum* to produce seedlings from sucker or rhizome. However, for this species, the use of sucker for the mass-production of seedlings was suggested since the gathering of this organ is less destructive for the maternal plant.

For the target zone, the sustainability of the rattan seedlings mass-production by the conventional vegetative propagation technique, compared to tissue culture and seed propagation methods are discussed.

### Résumé

**Méthodes de multiplication végétative adaptées à deux espèces de rotin (*Laccosperma laeve* et *L. secundiflorum*)**

Pour mettre au point une stratégie de gestion communautaire de l'écosystème forestier dans le sud de la Côte d'Ivoire en utilisant le rotin comme modèle biologique, une recherche a été effectuée en vue d'obtenir la production en masse de plantules par la multiplication végétative de deux espèces: *Laccosperma secundiflorum* et *Laccosperma laeve*. La multiplication par drageon a été testée avec *L. laeve* et la multiplication par drageon et rhizome a été testée avec *L. secundiflorum*. Pour chacune des espèces, un taux élevé de viabilité des organes a été observé au moment de l'émergence des plantules: 70% pour les drageons chez *L. laeve*, et 80 et 93%, respectivement pour les drageons et les rhizomes chez *L. secundiflorum*. Le temps moyen d'émergence des plantules a été estimé à  $131 \pm 12$  jours après semis (JAS) chez *L. laeve* et  $122 \pm 16$  et  $108 \pm 09$  JAS chez *L. secundiflorum* pour le drageon et le rhizome, respectivement. Aucune différence significative n'a été mise en évidence au niveau de l'aptitude de *L. secundiflorum* à produire des plantules à partir de drageons et de rhizomes. Cependant, pour cette espèce, l'utilisation de drageons pour la production massive des plantules est suggérée, du fait que leur prélèvement est peu destructif pour les plantes mères.

Pour la région d'étude, la faisabilité de la production massive de plantules de rotin par la multiplication végétative est discutée comparativement à la multiplication par semis et par la culture in vitro.

### Introduction

As human populations continue to expand, the limits of national park model for biodiversity conservation are exposed. Indeed, although complete protection is

justified in some cases (small population of rare and/or endangered species), the creation of national park does not automatically mean full protection,

Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

\*Name and address of the corresponding author: Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire. Tel.: (225) 20 48 21 71 / 07 39 02 31. Fax: (225) 20 37 81 18. E-mail: [banhiakalou@yahoo.fr](mailto:banhiakalou@yahoo.fr)

Received on 12.12.03. and accepted for publication on 19.07.04.

especially in situations where national authorities are not capable of protecting the area because of inadequate training, staff, motivation, equipment or financial constraints. As a result, the concept of buffer zones has arisen (17) with new variant of protection (12): biosphere reserve, natural biotic area, anthropological reserve, and community forest reserve. With respect to community forest reserve model, multiple use approach that maintains forest diversity while allowing local people to draw direct economic benefits offsetting adequately costs incurred from lost access to resources is well documented (2, 8). Non-timber forest products (NTFPs) from tropical forests have become a subject of increasing international concern, as a result of investigations on the possibilities of sustainable exploitation of community forest reserves (1, 2, 5).

Rattans, climbing palms belonging to the Calamoideae, a large subfamily of the palm family (Palmeae or Arecaceae) are the most economically important NTFPs (10, 14, 16). There are around 600 species of rattan belonging to 13 genera that are concentrated solely in the Old World Tropics. Four genera of rattan palm, represented by 20 species occur in West and Central Africa (18). Like their Asian relatives, the rattans of Africa form an integral part of subsistence strategies for many rural populations and provide the basis of a thriving cottage industry (9). Although less celebrated compared to Asian species, the rattans from Africa can significantly contribute to the development of rural people through the access of poor populations to the global market (13). In addition, in the context of cultivation, rattan prefers sites where regular flooding would damage most other crops. In order to take advantage of the socioeconomic potential offered by rattans, a research project was initiated since 1999, aiming at setting up a rural community-based forest buffer zones management strategy in South Ivory Coast, using this plant as biological material. This research program covers economic, vegetative propagation, and genetic characterization, as well as population dynamics aspects. Specifically, the objective of the present work is to develop appropriate protocols, easy to implement and economically enduring by rural community and allowing: 1) the mass-production of economically viable rattan species in Ivory Coast, in particular the single-stemmed *Laccosperma secundiflorum* for which irregular seed supply coupled with low germination rates could be important constraints to the mass-production of seedlings; and 2) the development of an operational planting programme, provided it this is economically viable.

## Material and methods

Two rattan species (*Laccosperma laeve* and *L. secundiflorum*) were studied. *L. secundiflorum*, a species

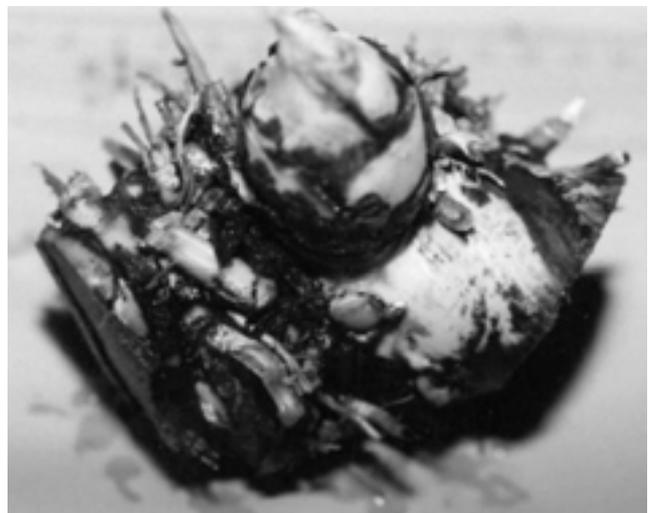
with large cane diameter (> 3 cm) forms raw material mainly used in craft and small-scale furniture industries, because of its strength, durability, bending ability which allows the formation of wide variety of shapes, and the aesthetic value of the canes. The second species, *L. laeve* has a small cane diameter (< 3 cm) and is utilized by farmers as string in house and granary building, but also for birdcages and baskets construction.

Plant materials were collected in a primary rain forest bordering the east side of University of Abobo-Adjamé (Abidjan, Ivory Coast).

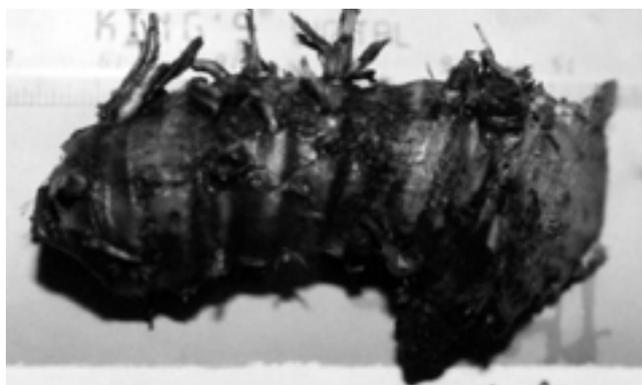
Regeneration trials were carried out using two organs: rhizome and sucker (Figure 1).



A



B



C

Figure 1: Sucker (A: *Laccosperma leave* and B: *L. secundiflorum*) and rhizome of *L. secundiflorum* (C) used for the vegetative regeneration trials.

Note that *L. leave* does not develop rhizome so that only sucker was assayed with this species. For each species, rhizome and sucker fragments measuring 2.5-6 cm diameter and 4-9 cm length were sampled for regeneration experiments. Sample size varied from 15 to 30, according to species (Table 1).

Table 1

Sample size (*n*) and mean values ( $\pm$  SE) for three traits analysed to evaluate the aptitude of two rattan species (*Laccosperma secundiflorum* and *L. leave*) to regenerate from different organs

Analysed traits	<i>L. leave</i>		<i>L. secundiflorum</i>	
	Sucker ( <i>n</i> = 15)	Sucker ( <i>n</i> = 30)	Rhizome ( <i>n</i> = 30)	Rhizome ( <i>n</i> = 30)
Viability rate (%) 60 DAS	100	93 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>
Viability rate (%) 120 DAS	70	80 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>	93 <sup>a</sup>
Shoot emergence time (DAS)	80 $\pm$ 24	74 $\pm$ 41 <sup>a</sup>	84 $\pm$ 47 <sup>a</sup>	84 $\pm$ 47 <sup>a</sup>
First leave emergence time (DAS)	131 $\pm$ 12	122 $\pm$ 16 <sup>a</sup>	108 $\pm$ 09 <sup>a</sup>	108 $\pm$ 09 <sup>a</sup>

For *L. secundiflorum*, means within a line, followed by the same superscript were not significantly different ( $P \geq 0.05$ ), the comparisons being based on Student *t*-tests.

Substrate used for regeneration trials was a sandy soil collected in a five-year old fallow plot with vegetation mainly composed of *Chromolaena odorata* and *Panicum maximum*. Nursery plastic bags measuring 25 cm diameter and 30 cm height were filled using the substrate that was treated with a fungicide (maneb 80%). The experiment was set up in a nursery built using palm leaves and located in the primary rain forest where the plant materials were collected.

Observations concerned three traits: (i) the mortality rate estimated 45 and 120 days after sowing (DAS), these durations corresponding to the time after which the first shoot and the first single-leaf seedling were observed, respectively; (ii) the mean shoot (Figure 2 A) emergence time and (iii) the mean first leaf (Figure 2 B) emergence time.



A



B

Figure 2: Shoot (A) and one-leaf seedling (B) emerged from sucker of *L. secundiflorum*.

Such experiment should help us to select for *L. secundiflorum*, the appropriate organ that will be used in seedling mass-production. For each species and each organ, the mean values of the analysed traits were estimated. The estimates were then used to make comparisons between rhizome and sucker of *L. secundiflorum* using the Student *t*-test. Statistical analyses were performed using the Minitab™ statistical package for Windows, release 13.2 (11).

## Results and discussion

The mean values of the analysed characters, estimated for each species and each organ are presented in table 1. The viability rates estimated 120 DAS was 70% with *L. laeve* (sucker) whereas this statistic equalled to 80% and 93% with *L. secundiflorum* for sucker and rhizome, respectively. Comparison between sucker and rhizome from *L. secundiflorum* revealed no significant difference for the viability rates estimated 45 and 120 DAS ( $t= 0.59$ ;  $P= 0.56$  and  $t= 1.56$ ;  $P= 0.13$ , respectively). Raised from sucker, the first shoot was observed 45 DAS for *L. secundiflorum* and 61 DAS for *L. laeve*. Overall, the mean shoot growth time equalled to  $80 \pm 24$  DAS for *L. laeve* while for *L. secundiflorum*, we obtained  $74 \pm 41$  and  $84 \pm 47$  DAS for the sucker and the rhizome, respectively. For this later species, no significant difference was highlighted between the two estimates ( $t= 0.45$ ;  $P= 0.66$ ). Concerning the first leaf emergence time, the mean duration was  $131 \pm 12$  DAS with shoot raised from the sucker of *L. laeve*. With *L. secundiflorum*, this statistic was estimated to  $122 \pm 16$  DAS for the shoot that emerged from the sucker and  $108 \pm 9$  DAS for the shoot emerged from rhizome. The Student *t*-test realised for the two estimates revealed no significant difference ( $t= 1.79$ ;  $P= 0.12$ ).

Results from this study suggested that seedlings mass-production by mean of vegetative propagation is possible for *L. laeve* (using sucker) and *L. secundiflorum* (from both sucker and rhizome). For *L. secundiflorum*, since no significant difference was observed between sucker and rhizome for seedling raising time and regenerated plants vigour, these two organs could be used in seedlings mass-production. However, sucker is more appropriate for this purpose, since its gathering is relatively easy and less destructive for the maternal plant, contrary to rhizome.

It has been argued that conventional vegetative propagation was difficult for some rattans and that it was almost impossible in the solitary and single-stemmed rattan species (20). Contrary to these statements, we observed the highest viability and shoot formation rates with *L. secundiflorum*, a single-stemmed species, suggesting a variability of responses from solitary genotypes or species to vegetative propagation trials.

Results from the present study are quite promising for rural community-based rattan resources exploitation in West African rain forests given that the two other approaches, namely tissue culture and seed propagation appear to be not adapted to the current economic situation in the target zone. With regard to plant tissue culture, several studies aiming at developing reliable techniques for the mass-production of commercial rattans, principally *Calamus manan* are in progress since 1984 (6, 7, 20). Two methods of propagation have been investigated: the multiple shoot formation method and shoot formation from callus. It is worth noting that considering the present socioeconomic importance of rattans, propagation by tissue culture is a potentially useful method for raising large-scale plantations, especially when availability of seeds become limited (15). Unfortunately, reproductive protocols for rattan seedlings mass-production have been developed only for a limited number of species, namely those belonging to the genera *Calamus* (6, 19).

Seed propagation, the second way for seedlings mass-production is the more common method since there are some difficulties in gathering enough suckers or rhizomes for extensive propagation. These difficulties are mainly related to the fact that suckers and rhizomes are bulky compared to seeds and also the gathering of these plant parts is time-consuming. However, vegetative propagation using sucker or rhizome is a valuable technique in the clonal production of interesting genotypes and the establishment of seed orchards for economically important species. In addition, although all rattans ordinary produce abundant seeds during a season, some species such as those assayed in the present study produce relatively low number of seeds from a single plant: from a four-year rattan populations monitoring in the forest where our plant materials were sampled, less than 450 seeds have been collected from the two species. Such irregular and insufficient seed production should lead to uncertainty in seed availability so that difficulties in supplying high quality seeds of desired species could be expected. Beside this constraint southern Ivory Coast, the mass-scale harvest of rattans has led to a situation where only a few number of mature plants are maintained, resulting in the scarcity of seeds. The last constraint related to the use of seed for seedling mass-production is the dormancy. Indeed, contrary to Asian taxa for which complete removing of the sarcotesta allows a rapid and uniform germination of the commercial *C. manan* and *C. caesius*, the commercially important species from Africa (e.g. *L. secundiflorum* and *Eremospatha macrocarpa*) have a relatively robust seed coat that impedes their imbibition, causing a physis dormancy that can delay the germination for 9 to 12 months (4). Although soaking the seeds in water for at least 24 hours prior to sowing can reduce shoot emergence time to about 60 DAS, seeds



Figure 3: One hundred thirty one-day old seedlings produced by rhizome of *Laccosperma leave*.

mortality rates often remain high, compared to those observed with sucker and rhizome.

### Conclusion and perspective

Rattans represent valuable biological models to set up a community-based forest ecosystem management

strategy. However, the success of such strategy requires the availability of seedlings (Figure 3) for rural communities.

The study showed that vegetative propagation using sucker and rhizome could be helpful to improve the well-being of southern Ivory Coast rural communities. However, ongoing research on the main nursery elements such as fertilisation, soil, light, organ's age and size, as well as the size of polybags should help to improve the seedlings mass-production (3).

### Acknowledgments

This work was jointly financed by a research fellowship (D/3271-1) provided by the International Foundation for Science (IFS) and a UNESCO-MAAB Young Scientists Award 2002 (N° 401118). The authors thank Dr. Djè Yao for its scientific assistance during the experiments and Dr. Angui P. Tehua for its helpful comments on the different versions of the manuscript.

### Literature

- Anderson J., Warner K., Russo L. & Qwist-Hoffmann H., 1999, The challenges of extension for non-wood forest products. *Unasylyva*, 50, 54-57.
- Appasamy P.P., 1993, Role of non-timber forest products in a subsistence economy: the case of joint forestry project in India. *Economic Botany*, 47, 258-267.
- Bacillieri R., Majingin B., Pajon P. & Alloysius D., 1998, Sylviculture of rattans in logged-over forest pp 78-91, *in*: S. Appanah (Ed.) Rattan cultivation: achievements, problems and prospects, CIRAD-Forêt & FRIM, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Dransfield J., 2001, Taxonomy, biology and ecology of rattan. *Unasylyva*, 52, 11-13.
- FAO, 1999, Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry FAO, Rome (Italy), 128 pp.
- Goh D., 1998, Micropropagation of three *Calamus* species with emphasis on somatic embryogenesis pp 72-77, *in*: S. Appanah (Ed.) Rattan cultivation: achievements, problems and prospects, CIRAD-Forêt & FRIM, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Goh D.K.S., Bon M.-C. & Monteuis O., 1997, Prospect of biotechnology for a rattan improvement programme. Innoprise Corporation and CIRAD-Forêt joint project as a case study. *Bois et Forêt Tropicaux*, 254, 51-67.
- Gray G.J., Enzer M.J. & Kusel J., 2001, Understanding community-based forest ecosystem management Food Products Press, London (UK).
- Howthorne W.D., 1990, Field guide to the forest trees of Ghana Natural Resources Institute (NRI), London (UK), 276 pp.
- Johnson D.V., 1998, Tropical palms FAO, Rome, 167 pp.
- Minitab, 2000, Minitab statistical software, Minitab Inc., Sales (USA).
- Naughton-Treves L. & Weber W., 2001, Human dimensions in the African rain forest pp 30-43, *in*: L. Naughton-Treves (Ed. E.), African rain forest ecology and conservation - An interdisciplinary perspective, Yale University Press, London (UK).
- Oteng-Amoako A. & Obiri-Darko B., 2002, Rattan as sustainable industry in Africa: the need for technological interventions pp 89-100, *in*: N. Manokaran (Ed.) Rattan: current research issues and prospects for conservation and sustainable development, FAO-INBAR-SIDA, Rome (Italy).
- Prebble C., 1997, Le rotin et le bambou: ressources pour le XXI<sup>e</sup> siècle? *Actualités des forêts tropicales*, 5, 13-14.
- Ramanuja Rao I.V., Yusoff A.M., Rao A.N. & Sastry C.B., 2003, Propagation of bamboo and rattan through tissue culture, INBAR, <http://www.inbar.int/publication/txt/inbar-br-03.htm>.
- Sastry C.B., 2001, Rattan in the twenty-first century - an overview. *Unasylyva* 52, 3-7.
- Sayer J., 1991, Rainforest buffer zones: guidelines for protected area managers IUCN, Gland (Switzerland) pp.
- Sunderland T.C.H., 1998, Recent research into African rattans (Palmae): a valuable non-wood forestry product from the forests of Central Africa pp 227-236, *in*: S. Appanah (Ed.) Rattan cultivation: achievements, problems and prospects, CIRAD-Forêt & FRIM, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Umali-Garcia M., 1985, Tissue culture of some rattan species pp 23-32, *in*: N. Manokaran (Ed.) Proceedings of the rattan seminar, The rattan information Center and Forest Research Institute, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Yusoff A.M. & Manokaran N., 1985, Seed and vegetative propagation of rattan pp 13-22, *in*: N. Manokaran (Ed.) Proceedings of the rattan seminar, The rattan information Center and Forest Research Institute, Kuala Lumpur (Malaysia).

I. A. Zoro Bi, Ivoirien, Docteur (Généticien), Enseignant chercheur, Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

K.L. Kouakou, Ivoirien, DEA, Doctorant, Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

# Alimentation à base de produits du papayer et maturation ovocytaire chez *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) en Côte d'Ivoire

K. N'Da<sup>1\*</sup>, A. Otchoumou<sup>1</sup> & K.J.-C. Koffi<sup>1</sup>

Keywords: *Achatina fulica*- Diet- Oocyte ripening- Breeding

## Résumé

L'escargot des jardins, *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) est une espèce d'introduction récente en Côte d'Ivoire mais dont la cueillette (le ramassage) et par voie de conséquence, sa consommation prend de l'ampleur au sein de la population. La nécessité de son élevage s'impose. En condition expérimentale d'élevage hors sol, trois régimes alimentaires à base de papaye (R1: feuille; R2: fruit; R3: feuille + fruit) sont proposés pendant 5 mois à 150 individus répartis en 6 lots de 25. Les observations, aussi bien macroscopiques (quantité d'œufs pondus) que microscopiques (présence en plus ou moins grand nombre des ovocytes matures dans l'ovotestis) montrent que le régime R3 est le plus approprié. Il pourrait alors être conseillé comme aliment à quiconque voudrait faire l'élevage de l'espèce.

## Summary

### Diets Based on Papaya and Oocyte Ripening by *Achatina fulica* (Bowdich, on 1820) in Ivory Coast

The gardens snail, *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) is a species recently introduced in Ivory Coast but of which the crop (the collection) and consequently, its consumption is growing within the population. Its breeding becomes imperative. In experimental breeding condition out of the ground diets based on papaya (R1: leave; R2: fruit; R3: leave + fruit) are (quantity of laid eggs) and tiny (presence in more or less larger number of ripe oocytes in the ovotestis) observations show that R3 regime is the most appropriate. It could be then recommended as diet to those who would like to breed this species.

## Introduction

Malgré les efforts substantiels fournis par les pays africains en vue d'accroître leur production alimentaire, la malnutrition persiste et l'insécurité alimentaire conjoncturelle ou chronique affecte de plus en plus de ménages, notamment, en milieu rural.

Une des principales voies trouvées pour faire face aux besoins protéiques pour cette population africaine de plus en plus galopante est la pratique et surtout le développement de l'élevage non conventionnel (5, 10).

La chair d'escargot se consomme en Côte d'Ivoire aussi bien chez les populations rurales que citadines. Eu égard à la croissance démographique galopante et à l'évolution des habitudes alimentaires, sa consommation est devenue plus importante de nos jours. Ainsi, une certaine frange de la population ivoirienne pour qui la chair de cet animal faisait l'objet d'un tabou, a-t-elle franchi le mur des idées reçues et scientifiquement non fondées, pour rejoindre l'important camp des consommateurs habituels? La demande, devenue alors trop importante, ne peut être

satisfaite par les fréquents ramassages qui n'ont pour conséquence que de jouer négativement sur le stock naturel. De plus, le développement agricole, la pratique des feux de brousse, l'utilisation des pesticides et des insecticides constituent une menace grave pour la survie et la pérennité des espèces. Il est donc plus qu'urgent de passer du simple ramassage à l'élevage des escargots. Toutefois, cela ne pourrait se réaliser sans susciter la mise au point d'alimentation capable d'apporter une amélioration de la reproduction de ces animaux en vue de la maîtrise de leur production. Or, les travaux ayant abordé cet aspect, en Afrique, se sont limités, le plus souvent, à une étude zootechnique qu'à une approche fondamentale du processus de reproduction (4, 10, 13). Des travaux de recherche prenant pour appui les processus fondamentaux de la maturation gamétique pendant l'élevage sont faits sur le genre *Hélix* en Australie (5). Au plan purement cytologique, il a été démontré que les spermatozoïdes sont produits lors de la phase juvénile (15) tandis que la production simultanée des ovo-

Laboratoire de Biologie et Cytologie Animales (Unité de formation et de Recherches en Sciences de la Nature), Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire.

\*Correspondance à adresser au Dr K. N'Da, 14 BP 1821, Abidjan 14, Côte d'Ivoire.  
E.mail: [ndakonanci@yahoo.fr](mailto:ndakonanci@yahoo.fr)

Reçu le 23.10.03. et accepté pour publication le 15.03.04.

cytes et des spermatozoïdes ne se fait qu'en phase adulte à l'arrêt de la croissance coquillière (14).

L'achatiniculture en Côte d'Ivoire, en s'inspirant des progrès zootechniques réalisés en héliciculture (1), prend de plus en plus de l'ampleur. Dans la pratique de cet élevage, des 4 régimes chlorophylliens utilisés, seul celui à base de feuilles de papaye donne les meilleurs résultats de croissance (8).

L'objectif de ces travaux est de rechercher l'effet des différents régimes alimentaires à base de produits papayers proposés à *Achatina fulica* sur la maturation de ses gamètes.

## Matériel et méthodes

### 1. Matériel

Les enceintes d'élevage sont des bacs en polystyrène à base carrée de 0,125 m de haut et de 0,25 m<sup>2</sup> de base pour un volume estimé à 0,03125 m<sup>3</sup>. Ils possèdent des couvertures de type moustiquaire en polystyrène constituant un dispositif anti-fuite. Le fond des bacs est recouvert d'une litière de 2 cm d'épaisseur constituée de sable fin préalablement stérilisé par chauffage.

### 2. Animaux et alimentation

L'espèce *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) ainsi que les feuilles et les fruits sans pédoncule du papayer (*Carica papaya*) sont les principaux supports biologiques. Le papayer (fruits et feuilles) qui est une des plantes qui donnent une bonne croissance corporelle (9, 11), a été choisi pour les différents régimes alimentaires. Les animaux sont nourris, durant le temps d'expérimentation, aux feuilles et aux fruits de papaye.

### 3. Méthodes d'étude

#### Collecte et conduite des animaux

Les animaux ont été récoltés dans les jachères agricoles, les jardins et aux alentours des concessions. Cette collecte s'effectue très tôt le matin entre 5 h 30 et 6 h et le soir entre 19 h et 20 h.

Après une période d'acclimatation de trois mois, nourris aux feuilles et fruits de *Carica papaya*, les individus ont été triés par rapport à la taille et à la masse et, 150 individus adultes de taille et de masse homogène (41,49 g et 75 mm) ont été sélectionnés et numérotés à l'aide de marqueur indélébile sur la coquille. Ils ont été divisés en 6 lots de 25 individus chacun et répartis dans les enceintes d'élevage. La densité est donc estimée à 100 escargots/m<sup>2</sup>. Tout animal mort est aussi tôt remplacé pour maintenir les conditions d'élevage identique dans tous les bacs. Les animaux de réserve devant servir aux remplacements d'éventuels morts dans les différents régimes (Régime R1,

Régime R2, Régime R3) sont maintenus dans les mêmes conditions d'élevage et nourris selon les mêmes dispositions que ceux en expérimentation.

Deux lots sont nourris aux feuilles de *Carica papaya* (R1), deux lots aux fruits (R2) et les deux derniers lots alimentés par le mélange de feuilles et de fruits (R3). L'aliment est servi à raison de 800 g par lot en début d'expérience. Mais compte tenu de la baisse du nombre d'individus tous les 10 jours, la quantité d'aliment servi a diminué progressivement pour être de 60 g en fin d'expérience. L'aliment est renouvelé tous les trois jours. Pour maintenir l'humidité dans les bacs, les animaux sont arrosés tous les jours entre 7 h et 8 h le matin et entre 18 h et 19 h le soir.

Tous les 10 jours, les œufs pondus dans chaque régime sont relevés, comptés et mis à incubation pour l'éclosion; les naissains sont comptés par la suite. Il est également procédé au prélèvement de l'ovotestis de 3 individus dans chaque lot pour des traitements histologiques.

#### Histologie

Dix-huit individus, dont six par sous-lot, sont disséqués tous les dix jours en vue du prélèvement de l'ovotestis. Cet organe, fixé à l'AFA (Acide acétique-Formol-Alcool) est traité selon les techniques classiques d'histologie. Les colorations sont faites à l'hémalumun-éosine.

L'ovotestis est formé de lobules de taille et de formes variées au sein desquels s'effectue la maturation des spermatozoïdes et des ovocytes. Au cours de cette étude, l'intérêt s'est particulièrement porté sur la maturation ovocytaire par le fait que la présence d'ovocytes matures dans les lobules constitue l'un des signes attestant de l'effectivité imminente de l'acte reproductif. En effet, *A. fulica* étant un animal hermaphrodite protandrique, mieux l'on décèle dans l'ovotestis des ovocytes à des stades précoces et en grand nombre, mieux tout projet d'élevage de l'animal est porteur et donc rentable. C'est pourquoi, pendant cette étude, en fonction de l'aliment, on s'est attelé à rechercher et à dénombrer tous les ovocytes existants dans la coupe d'ovotestis. Ainsi donc, il a été recherché et compté systématiquement tous les ovocytes au stade le plus avancé (ovocytes vitellogéniques I et II) selon une classification établie en 2001 (6).

#### Analyses chimique et statistique

La composition chimique des feuilles et fruits de *Carica papaya* a été déterminée. Cette détermination a porté sur la teneur en eau, cendre, sodium, potassium et en calcium.

Le nombre moyens d'ovocytes obtenus par régime alimentaire ont fait l'objet d'une analyse de variance (test ANOVA) et de la PPDS (test post ANOVA) (3).

## Résultats

### 1. Conduite des animaux et variation des effectifs

Durant 160 jours, les stocks d'animaux, maintenus dans les mêmes conditions, ont subi des prélèvements réguliers tous les 10 jours. Le tableau 1 montre la variation des effectifs dans le temps en faisant apparaître les remplacements (chiffres étoilés).

nucléaire est dense avec un espace clair entre le nucléole et la membrane nucléaire.

Les photos 2a, 2b, 2c présentent respectivement l'aspect de l'ovotestis de *Achatina fulica* nourri aux régimes R1, R2 et R3. Sur la figure 2a, le nombre de lobules est élevé mais il y a très peu d'ovocytes.

**Tableau 1**  
Variation des effectifs dans le temps

Numéro de prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Taux de mortalité	
Eff.	50	47	44	41	38	35	32	29	26	23	20	17	14	11	8	5	2	
Régimes																		
R1	1*	2*	5*	3*	2*	3*												32%
R2	2*		5*	4*	1*	1*												26%
R3	1*	1*	3*															10%

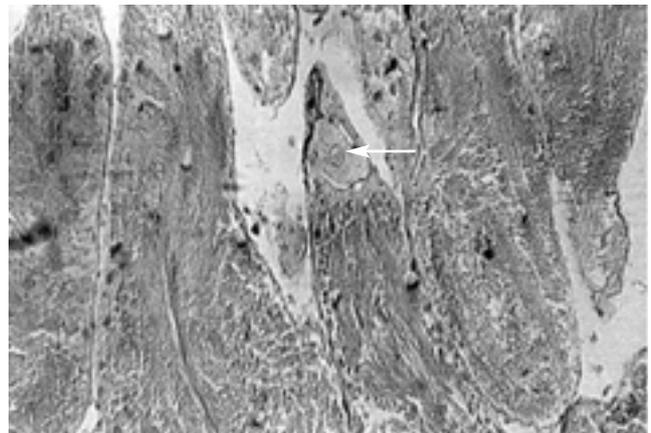
(Eff.: Effectif des escargots; R1: animaux nourris aux feuilles; R2: animaux nourris aux fruits; R3: animaux nourris aux feuilles et aux fruits; les chiffres étoilés indiquent les remplacements suite au constats de morts dans le lot de départ).

Le taux de mortalité passe du simple (Régime R3) à plus du triple (Régime R1). Quel que soit le régime, le maximum des pertes a eu lieu un mois après le début des expériences. De façon générale, les individus du régime R3 se sont plus vite adaptés aux nouvelles conditions de vie que ceux des régimes R1 et R2.

### 2. Aspect général de l'ovotestis, les maturations ovocytaires et les quantités d'œufs pondus

Les ovocytes vitellogéniques I ont un cytoplasme large et bien pourvu en vitellus; la membrane nucléaire est à peine perceptible (Photo 1).

Les ovocytes vitellogéniques II ou ovocytes matures (Photo 1) sont de grande taille. Le cytoplasme péri-



**A**

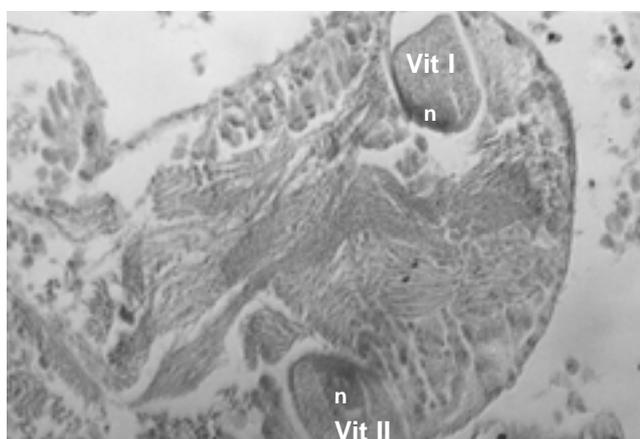
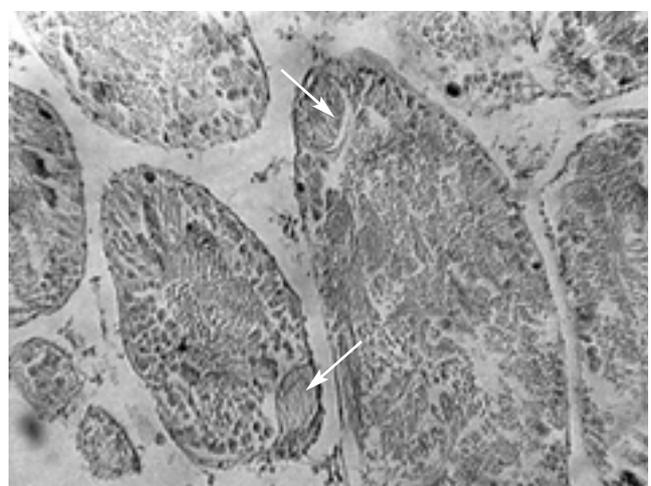
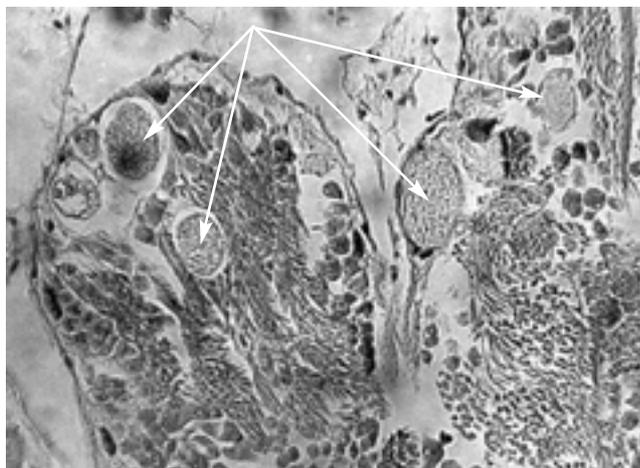


Photo 1 : Lobule de l'ovotestis montrant les stades ultimes du développement ovocytair (Vit I: ovocyte vitellogénique I; Vit II: ovocyte vitellogénique II; n: noyau).



**B**



C

Photo 2 : Aspect de l'ovotestis selon le régime alimentaire (a: Régime R1; b: Régime R2; c: Régime R3). Les flèches indiquent les ovocytes.

A la photo 2b, le nombre d'ovocytes augmente. Il y a ainsi une hausse de leur concentration par rapport au nombre de lobules: deux ovocytes pour cinq lobules (voire flèche blanche, photo 2b) contre un pour cinq (flèche blanche photo 2a). Sur la photo 2c, le nombre d'ovocytes a encore augmenté: l'on note plus d'un ovocyte par lobule.

Le dénombrement des ovocytes par régime alimentaire donne une moyenne variant de 12 à 14 (Tableau 2).

Tableau 2

#### Nombre total d'ovocytes par régime alimentaire

Régime R1		Régime R2		Régime R3	
Nombre d'ovocytes		Nombre d'ovocytes		Nombre d'ovocytes	
Total	Moyenne	Total	Moyenne	Total	Moyenne
200	12,5 ± 3,7	234	13,4 ± 4,1	294	14 ± 4,9

Ces valeurs sont plus élevées avec le régime R3. L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative au cours de la maturation entre les 3 régimes (Tableau 3).

Tableau 3

#### Test de comparaison de l'effet du régime alimentaire sur la maturation ovocytaire

Régimes	Moyenne	14	13,4	12,5
Régime R3	14	0	0,6*	1,5*
Régime R2	13,4		0	0,9*
Régime R1	12,5			0

\* Indique les moyennes qui sont statistiquement différentes  
La Plus Petite Différence Significative (PPDS)= 0,54.

Le tableau 4 donne les résultats relatifs aux relevés de pontes et de naissains durant la période d'expérimentation. Le nombre d'œufs pondus varie de 760 à 1960 depuis le régime R1 au régime R3. Le nombre de naissains va respectivement de 366 à 1318 avec un taux d'éclosion qui culmine à 67,25% (R3).

Tableau 4

#### Relevé des œufs pondus et le nombre de naissains

Régimes	Régime R1	Régime R2	Régime R3
Nombre total d'œufs pondus	760	1068	1960
Nombre de naissains	366	581	1318
Taux d'éclosion	48,16%	54,40%	67,25%

### 3. Analyses chimiques

Le tableau 5 indique la composition chimique des régimes alimentaires proposés à *Achatina fulica*. Ces analyses montrent que le taux d'humidité varie de 76,61 à 91,07%, du régime R1 au régime R3. Les taux de cendre, d'azote et de matières grasses sont élevés dans le régime R1 tandis que dans R2 c'est celui des sucres totaux et de cellulose qui l'est. Quant au régime R3, on note des taux élevés en calcium, sodium et potassium. L'énergie métabolisable contenue dans le régime R1 est supérieure à celle contenue dans le régime R2.

Tableau 5

#### Analyses chimiques des différents régimes alimentaires

Régimes	Taux				
	Humidité (%)	Cendre (%)	Calcium (%)	Sodium (%)	Potassium (%)
Régime R1	76,61	13,43	0,31	0,28	0,46
Régime R2	88,09	5,82	0,62	0,32	0,79
Régime R3	91,07	11,15	0,84	0,52	1,08

### Discussion

Les escargots qui ont fait l'objet de la présente étude ont, en moyenne, au début de l'expérience 41,49 g de poids pour 75 mm de longueur de coquille. Ce sont des individus qui ont tous atteint l'âge de la pleine maturité sexuelle (16, 17, 18). De ce fait, l'énergie tirée de l'aliment sera en grande partie utilisée pour la physiologie de la reproduction. Les escargots soumis aux différents régimes montrent un comportement différent: le régime R3 (composé de feuilles et de fruits) offre un bien meilleur effet sur la maturation gamétique notamment ovocytaire. Il présente un profil minéral plus équilibré que les deux autres régimes (R1 et R2). Le taux de calcium, élément très important

dans les différentes synthèses (coquille de l'animal et coque de l'œuf) est à son niveau le plus élevé. Ces constats corroborent les résultats de travaux antérieurs (2) selon lesquels les escargots préfèrent les sols ferrallitiques et/ou calcaires en raison de leur énorme besoin en calcium pour la synthèse de leur coquille et pour la synthèse de la coque des œufs. *A. fulica* a une préférence pour les aliments souples et tendres (8). Des nombreux aliments chlorophylliens proposés aux escargots en Côte d'Ivoire, *Carica papaya* (par le biais des feuilles et des fruits) remplit bien ces exigences de souplesse et de tendreté (7, 11). Le régime R3 a un taux d'humidité de 91%; or, il est acquis que dans son biotope naturel, *A. fulica* et par extension, les escargots, trouvent la plus grande partie de l'eau nécessaire à leur hydratation dans les fourrages verts qu'ils consomment (11). Des trois régimes proposés, seul R3 a le plus fort taux de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$ . De plus, il contient des proportions relativement élevées en azote, matières grasses, sucres totaux et de cellulose. Ces derniers nutriments lui confèrent un niveau intermédiaire (entre R1 et R2) d'énergie métabolisable. Tout ceci pourrait être à l'origine du nombre élevé d'ovocytes dans le cadre de la maturation gamétique, de la quantité élevée d'œufs pondus et du fort taux d'éclosion que l'on a constaté pendant cette expérience.

## Conclusion

Le régime alimentaire a une influence sur la maturation ovocytaire de *A. fulica*. Ainsi, l'observation au microscope photonique de coupes d'ovotestis de *A. fulica* nourri à l'aide des feuilles et des fruits de *C. papaya* (régime R3), fait apparaître que le nombre total d'ovocytes est plus élevé avec le régime R3 suivi du régime R2. Ce régime R3 peut être le mieux indiqué des trois car il a une combinaison qui réunit les qualités d'un bon aliment pour la reproduction (en favorisant la maturation des gamètes) et donc une amélioration de la production des escargots.

En Côte d'Ivoire, les achatiniculteurs utilisent préférentiellement, de façon empirique, les produits papayers pour mener leur activité d'élevage. Les résultats de présentes analyses pourraient être considérés comme une ébauche de preuve scientifique du bienfait de la combinaison des fruits et des feuilles pour amélioration de l'activité d'achatiniculture. Toutefois, l'énorme besoin en calcium des escargots, surtout pour les périodes de reproduction et de croissance, nécessite que ce régime soit complété avec du calcium provenant, soit du commerce, soit de la poudre de coquillages broyés.

## Références bibliographiques

- Bonnet J.C., Aupinel P. & Vrillon J.L., 1990, L'escargot *Helix aspersa*: biologie, élevage. Institut National de la Recherche Agronomique. 124 p.
- Chevallier H., 1985, L'élevage des escargots: production et préparation du petit gris, Edition du Point Vétérinaire; Paris 128 p.
- Dagnelie P., 1975, Théories et méthodes statistiques. Vol. 11. Presses agronomiques de Gembloux.
- Egonmwan R.I., 1991, The effects of temperature and photoperiod on growth and maturation rate of *Limnicolonia flammea* Müller (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae). Journal of African zoology, 105, 69-75.
- Ekoué S. & Kuévi-Akué K., 2002, Enquête sur la consommation, la répartition des escargots géants au Togo. Tropicultura, 20, 1, 17-22.
- Healy J.M., 2001, Spermatogenesis and oogenesis. CAB International. The Biology of terrestrial Molluscs. Ed. G.M. Barker.
- Konan G., N'Guessan K. & Wangah W.B., 1995, Elevage d'escargot. INADES-FORMATION, Côte d'Ivoire. 31 p.
- Kouassi K.D., 2002, Inventaire et préférence alimentaire; impact de trois escargots sur quelques végétaux de la forêt de l'université d'Abobo-Adjamé. Mémoire de DEA, Université d'Abobo-Adjamé 48 p.
- Koudandé O.D. & Ehouinsou M., 1975, Influence de l'alimentation sur la production chez *Archachatina* sp. WAR/RMZ, 83(2), 60-63.
- Koudandé O.D. & Ehouinsou M., 1998-1999, Essai sur l'effet de la densité sur la production de biomasse d'escargot géant africain (*Archachatina marginata*) au Bénin. Tropicultura, 16-17, 3, 127-129.
- Otchoumou A., Zongo D. & Dosso H., 1989-1990. Contribution à l'étude de l'escargot géant africain *Achatina achatina* (Linné). Annales d'écologie Tome XXI, 31-58.
- Sretarugsa P., Ngowsiri U., Kruatrachué M., Sobhon P., Chavadej J. & Upatham S., 1991, Spermatogenesis in *Achatina fulica* as revealed by electron microscopy. Journal of medical and applied malacology, 3, 7-18.
- Stiévenart C., 1993, Observation sur la bordure coquillière et la reproduction chez les escargots géants africains (*Archachatina marginata saturalis*, Philippi). Livestock research for rural développement. Volume 5, Number 1.
- Tomiyama K., 1993, Growth and maturation pattern in the African giant snail *Achatina fulica* (Farusac) (Stylommatophora: Achatinidae). Venus 52, 87-100. 27 Ref.
- Tomiyama K., 2002, Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora: Achatinidae). Venus 60,4, 273-283. 41 Ref.
- Upatham E.S., Krutatrachué M. & Baidikui V., 1988, Cultivation of the giant african snail: *Achatina achatina*. Journal scientifique Thaïlandais. 14, 25-40.
- Zongo D., Coulibaly M., Diamba & Adjiri H.E., 1990, Note sur l'escargot géant africain *Achatina achatina* (Linné). Nature et faune, 6,2, 32-44.
- Zongo D., 1994, L'élevage des escargots; une source insoupçonnée de protéine de hautes valeurs nutritionnelles. Fiche technique n° 2 ENSA/LACENA; 5-9; Une zootechnie nouvelle. In: AISA développement. N°4; 3-4.

K. N'Da, Ivoirien, Thèse unique en biologie animale, Maître-Assistant, Enseignant -Chercheur à l'UFR SN de l'Université d'Abobo-Adjamé- Côte d'Ivoire.

A. Otchoumou, Ivoirien, Thèse 3<sup>ème</sup> cycle en écologie tropicale, Assistant, Enseignant -Chercheur à l'UFR SN de l'Université d'Abobo-Adjamé- Côte d'Ivoire.

K.J.-C. Koffi, Ivoirien, DEA option production animale, Etudiant à l'UFR SN de l'Université d'Abobo-Adjamé- Côte d'Ivoire.

# Screening of Bi-parental and Mutant Clones of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) for Resistance to Smut Disease

I. Nasiru\* & O.P. Ifenkwe\*\*

Keywords: Mutants and Bi-parental clones- Smut disease- Resistant

## Summary

Six newly developed clones of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) clones obtained from gamma irradiated progenies (KRS/96/007, KRS/96/002, KRS/96/001) and from bi-parental crosses (SRS/96/305, SRS/96/210 and SRS/96/004) were used in the study of their level of smut disease resistance. The results of the application of the standard smut disease scale of sugarcane showed that all the clones from bi-parental crosses and only one clone (KRS/96/002) from gamma irradiated progenies were highly resistant to smut disease of sugarcane with zero incidence of the disease. Diseased plants were observed on the remaining two clones from gamma irradiated progenies (KRS/96/007 and KRS/96/001), but the percentage of infection was very low (1.1%) and they were therefore also rated as resistant clones.

## Résumé

**Screening des clones de la canne à sucre (*Saccharum officinarum* L.) obtenus par croisement et par irradiation à la résistance au charbon**

Cette essai étudie la résistance au charbon de la descendance de six clones de la canne à sucre (*Saccharum officinarum* L.) dont trois mutants (SRS/96/004, SRS/96/305 et SRS/96/210) obtenus par irradiation aux rayons gamma et trois variétés obtenues par croisement (KRS/96/001, KRS/96/002, KRS/96/007). L'évaluation de la résistance au charbon a été faite suivant une échelle établie du niveau de sensibilité à l'attaque de la maladie. Les résultats obtenus montrent que tous les clones obtenus par croisement ainsi que le mutant KRS/96/002, obtenu par irradiation aux rayons gamma, étaient très résistants au charbon avec une incidence de la maladie égale à 0. Les autres mutants obtenus par irradiation aux rayons gamma (KRS/96/001 et KRS/96/007) avaient un niveau de sensibilité bas (1,1%) et ont été classés comme clones résistants.

## Introduction

Sugarcane is the major primary source of sugar for both household and industrial purposes in Nigeria. The fungus *Ustilago scitaminae* Syd popularly known as smut disease of sugarcane seriously threatens its production. The scourge of this disease has been reported in many sugar producing african countries such as South Africa, Kenya and Angola (13). Smut disease of sugarcane can be of epidemic proportion especially when a susceptible variety or a diseased set is planted (1). The smut disease of sugarcane is characterised by a distinctive whip-like structure from the apices of affected stem with a fairly hard woody core surrounded by a powdery mass of soft spores (5). The disease can spread by wind as well as by irrigation water (14). Usually in most disease prone sugarcane varieties, smut whips emerge within 120 days after planting and an average size whip produces about  $10^{11}$  spores/cm<sup>2</sup> (1).

Data on quality parameters indicate that in smutted canes, brix and purity of sugar are adversely affected (13). Yield losses of up to 50% in plant crops and 73%

in the ratoon crops due to smut disease has been reported in India (9), and significant yield losses of sugarcane in South Africa (5 & 8). In Nigeria, smut was first recorded in 1969 (18). Since then the disease has continued to spread and threaten the sugar industries in Nigeria and discouraged peasant farmers from cane cultivation (2, 3, 4, 17).

Various methods have been employed to evolve indigenous resistant clones to smut disease of sugarcane in Nigeria through mutation by gamma radiation (12), and through bi-parental crosses (15). This study was designed to compare the level of smut disease resistance among sugarcane progenies from bi-parental and gamma rays induced parents.

## Material and methods

Six clones of sugarcane propagules comprising three from gamma radiation induced mutant clones (KRS/96/001, KRS/96/002 and KRS/96/007) and three from bi-parental crosses (SRS/96/004,

\* Plant Breeding Division, Rubber Research Institute of Nigeria, P.M.B. 1049, Benin City, Edo 300001, Nigeria.

\*\* Botany Department, Plant Breeding Division, University of Jos, P.M.B. 2084, Jos Plateau State, Nigeria.

Received on 02.09.02. and accepted for publication on 01.04.04.

SRS/96/210 and SRS/96/305) were used to study their resistance to smut disease of sugarcane. The clones were obtained from the National Cereals Research Institute, Badegi sub-station located at Savannah Sugar Company Ltd, Numan, Adamawa State Nigeria. The trial was conducted at the farm of the Federal College of Forestry, Jos from 2<sup>nd</sup> May 1999 to February 2001. A randomized complete block design was used. Plant spacing was 0.5 m x 0.5 m. There were six replications and seventy-two cuttings per replicate.

### Cultural practice

Land preparation was done manually two weeks before planting (2 WBP). Fertilizer was applied using 15:15:15 NPK at the rate of 50 kg/N/ha at 4,12, and 16 weeks after planting (WAP). Hoe weeding was carried out at 6, 8 and 10 WAP. Granular Furadan® granules (Ciba geigy) was applied at the rate of 20 kg/ha to control termite out break at 10 and 40 days after planting (DAP). The crops were watered every morning from October 1999 to February 2000, to ensure good plant growth.

### Field observation

Visual field observation for smut infection was made from two weeks after planting (2 WAP) up to the time of harvest at forty weeks after planting (40 WAP). Standard smut disease scale for sugarcane (10) was used in the estimation of level of disease resistant reaction as shown in next table:

Scale	% infection <sup>1</sup>	Disease rating
1-4	0-10	Resistant (R)
5-6	11-15	Moderate resistant (MR)
7-8	16-25	Intermediate infection (I)
9 and above	26 and above	Susceptible (S).

<sup>1</sup>Percentage infection= Number of infected plants x 100/total number stools.

Source: Adapted from Hutchinson, 1972.

### Results and discussion

The reaction of six sugarcane clones to *Ustilago scitaminae* Syd is presented in table 1. The results show that the progenies from clones SRS/96/305, SRS/96/210, SRS/96/004 (from bi-parental crosses) and KRS/96/002 (gamma irradiated sources) did not showed any symptom of smut infection. However two plants (KRS/96/001 and KRS/96/007) from gamma irradiated progenies showed symptoms of infection.

The apices of both the susceptible plants produced a whip-like appendage. The progress of the disease on the infected plants influenced their stalk development, which assumed grass like appearance. The leaf and stem girth development were adversely effected. The diseased plants found in KRS/96/007 dried up prematurely including almost all the leaves, while that of KRS/96/001 also dried up gradually from the middle, lower to upper leaves. Smutted plants usually display various types of abnormalities in their vegetative parts including general reduction in size, and girth of intern-

**Table 1**  
**Reaction of six sugarcane clones to *Ustilago scitaminae* Syd**

Clone	Symptom of infection observed	Number of susceptible plants	% infection	Remark's <sup>1</sup>
SRS/96/305	Nil	Nil	0	HR
SRS/96/201	Nil	Nil	0	HR
SRS/96/001	Nil	Nil	0	HR
KRS/96/001	Plant showed smut whip on the apex of the stalk, later dried together with the lower, middle and upper leaves.	1	1.1	R
KRS/96/002	Nil	Nil	0	HR
KRS/96/007	Plant prematurely dried with almost all the lower, middle, and upper leaves. The apex of the stalk produced a whip of smut.	1	1.1	R

<sup>1</sup>HR stands for Highly Resistant.

R stands for Resistant.

odes and leaves (6, 7, 16). The brix of the diseased plants was also found to be lower than that of healthy plants.

In this study there were two diseased plants from gamma irradiated progenies (KRS/96/001 & KRS/96/007). However, in other four clones, three from bi-parental crosses (SRS/96/004, SRS/96/210 and SRS/96/305) and one from gamma irradiated progenies, (KRS/96/002), no plant was infected. In each of the smutted plants from gamma irradiated progenies, reported in this study, the level of smut infection was very low (1.1%), this percentage of smut level of infection is low, a range of 0-15% had been recommended for resistant reaction of sugarcane to smut disease (19). In Hawaii the standard for measuring resistant reaction in smut screening trials for sugarcane, is that a clone is classified as resistant if 16% or less plants are infected (11). This standard have

been adopted for use in Florida. According to this standard, we accept the four clones (SRS/96/001, KRS/96/002, SRS/96/201 and SRS/96/305), as highly resistant. The highly resistant clone will be very useful for development of smut resistant commercial clones.

### Acknowledgement

I thank professor O.P. Ifenkwe, Plant Breeding Unit, Department of Botany, University of Jos, who supervised the work, Dr. E.H. Kwon-Ndung, Sugarcane Research Programme, NCRI, Badegi, for providing the materials for the investigation. The support of Magaji Ibrahim, Federal Ministry of Agricultural and Rural Development is also appreciated. The authors express their profound gratitude to Dr. K.O. Omokhafa for reviewing the manuscript and Dr. A.A. Awah for his scientific guidance. Our thanks also go to O.J. Ogbekor for preparing the manuscript.

### Literature

1. Agnihoti V.P., 1990, Smut. *In: Disease of sugarcane and sugar*. Eds Revised Edition. Oxford and IBH Publication Company Ltd, New Delhi. India pp. 73-103.
2. Anon, 1990, Annual report of sugarcane research programme. National Cereals Research Institute Badegi, Nigeria.
3. Anon, 1992, Annual report of sugarcane research programme, National Cereals Research Institute Badegi, Nigeria.
4. Anon, 1994, Annual report of sugarcane research programme, National Cereals Research Institute Badegi, Nigeria.
5. Antoine R., 1961, Smut. *In: Sugarcane disease of the world*, Vol. 1. Eds. Martin J.P., Abbott E.V. & Hughes C.G., Elsevier publishing Company, Amsterdam and London.
6. Bhombe B.B. & Somai R.B., 1978, An atypical symptom of sugarcane smut, *India Phytopathology*, 31, 239-240.
7. Byther R.S. & Steiner G.W., 1974, Unusual smut symptoms on sugarcane in Hawaii. *Plant disease reporter*, 58, 401-405.
8. Cormstock J.C., Ferreira S.A. & Tew T.L., 1993, Hawaii's approach to control sugarcane smut, *Plant Disease*, 67(4), 452-457.
9. Durairaj V., Natarajan S. & Padmanabhan D., 1972, Reaction of some sugarcane varieties to smut (*Ustilago scitaminea* Syd) *PANS*, 18 (2), 171-172.
10. Hutchinson P.B., 1972, Alternate hosts for disease of sugarcane, *Sugarcane Pathology, Newsletter*, 8, 36-40.
11. Jack L.D., 1981, The effect of wounding and high pressure spray inoculation on smut reaction of sugarcane clones. *United State Department of Agriculture Journal* Vol. 72. N° 8, 1023-1024.
12. Kwon-Ndung E.H., Ifenkwe O.P. & Misari S.M., 1996, Sensitivity response and variability in sugarcane clones induced by gamma rays. *International Conference on Biotechnology for Development in Africa, Priority for 21<sup>st</sup> century*, Enugu, Nigeria, 9-13<sup>th</sup> February 1996.
13. Martin J.P., Abbott E.V. & Hughes C., 1961, *Sugarcane disease of the world* Vol. 1 Elsevier publication company, Amsterdam, 542 pp.
14. Martin Mc., 1948, Sugarcane smut. A report on the visits to sugarcane estates of South Rhodesia. *South Africa Sugar Journal*, 32, 737-739.
15. Misari S.M., Busari M. & Agboire S., 1998, Current status of sugarcane research and development in Nigeria. *Inaugural workshop of the national coordinated programme on sugarcane*. National Cereal Research Institute Badegi, Nigeria. 17-18<sup>th</sup> August, 1998.
16. Nasr I.A. & Talbala H.A., 1976, Association of unusual symptoms with smut of sugarcane in the Sudan, *Sugarcane, Phytopathology Newsletter*, 15/16, 6-8.
17. Obakin F.O., 1978, Sugarcane improvement at National Cereals Research Institute. *In: Proceedings, International symposium on sugarcane in Nigeria*. August 28<sup>th</sup> - September 31<sup>st</sup> 1978. Published by NCRI, pp 12-16.
18. Robertson D.G., 1969, Addendum. *In: A checklist of plant disease in Nigeria* by Bakey A.G., Federal Department of Agricultural Research, Ibadan. Memorandum, N° 96, 36.
19. Wu K.K., Heinz D.J. & Meyer H.K., 1978, Heritability of sugarcane smut resistance-race A. *Annual report experimental station*. Hawaii Sugarcane Planters Association.

\*I. Nasiru, Nigerian, Plant Breeder, Msc in Cytogenetics and Plant Breeding, University of Jos, Reseach Officer, Rubber Reseach Institute of Nigeria, P.M.B. 1049, Bening City, Edo 300001, Nigeria.

\*\*O.P. Ifenkwe, Nigerian, Plant Breeder, Ph.D. in Plant Breeding, University of Wales. Head Botany Department, University of Jos, P.M.B. 2084, Jos Plateau State, Nigeria.

# Influence de quelques facteurs environnementaux sur la germination d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae)

J. Ipou Ipou<sup>1\*</sup>, P. Marnotte<sup>2</sup>, G. Aman Kadio<sup>1</sup>, S. Aké<sup>1</sup> & Y. Touré<sup>3</sup>

Keywords: *Euphorbia heterophylla*- Germination rate- Temperature- Light- Depth of hiding

## Résumé

*Euphorbia heterophylla* est une mauvaise herbe des cultures cotonnières en Côte d'Ivoire. L'influence de la température, de la lumière et de la profondeur d'enfouissement sur sa dynamique de germination a été testée. L'étude de l'effet de la température a été effectuée à partir de quatre modalités retenues dans une gamme comprise entre 20 et 35 °C. Les résultats montrent que le temps de latence de la germination peut être de 1 ou 2 jours selon les modalités de température. Par ailleurs, la comparaison des taux de germination ne montre aucune différence significative à partir de 4 jours d'observation. La lumière est indispensable à la réalisation de ce phénomène. L'effet de la profondeur d'enfouissement a été observé à partir de six lots de 100 semences chacune enfouies à 0, 2, 4, 6, 8 et 9 cm dans le sol. Les meilleurs taux de germination ont été obtenus entre 0 et 6 cm.

## Summary

### Influence of some Environmental Factors on *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) Seeds Germination

In Ivory Coast, *Euphorbia heterophylla* appears as a weed in cotton fields. Effects of temperature, light and burying levels on its seed germination were tested. Temperature effects were monitored by means of 4 procedures, using a range of temperatures between 20 and 35 °C. The germination latency period can vary between 1 and 2 days, according to the temperature. After 4 days, germination rates were not longer related to temperature and were very similar. Germination can not happen without light. In order to measure the effect of burying levels, six series of 100 seeds were buried; the first at ground level, the others respectively 2, 4, 6, 8 and 9 cm deeper. Optimal germination rates were found for seeds that were buried between 0 and 6 cm.

## Introduction

Dans les agroécosystèmes, les espèces des milieux naturels plus sensibles aux perturbations sont remplacées par d'autres mieux adaptées: les adventices. Cette catégorie de plantes regroupe généralement des espèces herbacées qui sont en majorité des annuelles. Elles sont caractérisées par un fort pouvoir d'établissement et une croissance rapide (7). *Euphorbia heterophylla* en est un exemple dans la culture cotonnière en Côte d'Ivoire. Cette espèce très envahissante se retrouve aujourd'hui dans presque toute la région cotonnière de ce pays. Les données statistiques de la CIDT (Compagnie Ivoirienne de Développement Textile) montrent que, déjà en 1987, 120 000 ha de surfaces cultivées ont été abandonnés à cause de la forte pression des adventices et surtout d'*Euphorbia heterophylla* qui arrivait en tête de classement à cette époque (3). Des études plus récentes réalisées dans le même système cultural montrent qu'*Euphorbia heterophylla* est présente dans plus de

70% des parcelles (4-1). Cette espèce et *Commelina benghalensis*, constituent les adventices les plus infestantes des 284 espèces qualifiées de «mauvaises herbes du cotonnier» en Côte d'Ivoire (5).

Les différentes méthodes de lutte (manuelle, mécanique et chimique) appliquées jusqu'à présent en Côte d'Ivoire ne permettent pas encore de la maîtriser. La mobilisation de ressources (humaines et financières) par les agriculteurs pour la réalisation des travaux d'entretien sur les parcelles à *Euphorbia heterophylla* se traduit par une baisse de leurs gains. Une meilleure connaissance du comportement de cette plante dans le contexte cultural du nord ivoirien est indispensable à la mise au point de techniques de lutte efficaces. Plusieurs travaux ont été réalisés dans ce sens. Nous présentons ici les résultats de l'étude de l'influence de la température, de la lumière et de la profondeur d'enfouissement sur sa dynamique de germination.

<sup>1</sup>UFR Biosciences - Université de Cocody, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>CIRAD-AMATROP TA 71/09, 34398 Montpellier Cedex 5 France.

<sup>3</sup>Station Coton (CNRA) 01 BP 633, Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

\*Correspondant: UFR Biosciences Université de Cocody, 22 BP 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire. Téléphone: (+225) 07 54 60 39 / Fax: (+225) 22 44 03 07  
E-mail: ipoujoseph@yahoo.fr

Reçu le 11.03.04. et accepté pour publication le 21.04.04.

## Matériel et méthodes

Les observations ont porté sur la germination de semences d'*Euphorbia heterophylla*. Les facteurs testés sont la température selon 4 modalités (20, 25, 30 et 35 °C), la lumière (comparaison de la dynamique de levée à l'obscurité à celle de l'alternance obscurité - lumière blanche) et la profondeur d'enfouissement (les modalités retenues sont 0, 2, 4, 6, 8 et 9 cm).

### Récolte et conservation des semences

Les semences utilisées ont été récoltées sur les parcelles expérimentales de la station coton du CNRA (Centre National de Recherche Agronomique) à Bouaké, dans le centre de la Côte d'Ivoire. Elles ont été ramassées après leur libération par le pied-mère pendant le mois de décembre 2001 et n'ont subi aucun traitement particulier. La conservation est faite dans des sachets en plastique pour leur acheminement au CIRAD à Montpellier où ont été réalisés les tests en laboratoire ou pour leur utilisation sur place.

### Réalisation des expériences

#### 1. Température et luminosité

Les expériences ont été effectuées en milieu contrôlé en mars et avril 2002. Pour ces tests, nous avons utilisé des boîtes de germination Loire Plastic 42, de 18,5 cm de longueur sur 12,5 cm de largeur composées de fonds avec leurs couvercles. La hauteur des fonds est de 5,5 cm et celle des couvercles de 1,5 cm. On recouvre la base de la boîte de germination avec une feuille de papier spécial de germination que l'on asperge avec 10 millilitres d'eau distillée. Sur ce papier de fond, on dispose comme substrat du papier plié en accordéon comportant 50 plis sur la face supérieure. La face inférieure est en contact avec le papier de fond. Cent semences sont mises à germer par boîte à raison de deux par pli après un apport de 30 millilitres d'eau supplémentaire. A l'issue de cette préparation, les boîtes sont disposées dans une étuve dans des conditions de luminosité et de température définies en fonction du test. Trois séries d'expériences ont été ainsi réalisées. Les observations consistent en un comptage des semences germées.

A. Expérience préliminaire: ce test a été fait à 25 °C en succession lumière blanche-obscurité (10 heures d'éclairement et 14 heures d'obscurité). Cette expérience devrait nous permettre de définir la période d'observation des tests suivants. Cinq boîtes (numérotées de r1 à r5) ont été utilisées. Les observations ont lieu toutes les 24 heures pendant 11 jours.

B. Influence de la température: quatre séries de tests sont pratiqués suivant les modalités 20, 25, 30 et 35 °C dans les mêmes conditions de luminosité que dans le test précédent. Pour chaque modalité de température, 5 boîtes ont aussi été utilisées. Les observations quotidiennes ont duré 7 jours.

C. Influence de la lumière: un lot de 15 boîtes est disposé à l'obscurité totale à 25 °C. Les observations ici sont faites par lot de 5 boîtes à 5, 10 et 15 jours après le début de l'expérience. Les comptages journaliers ont été évités afin de ne pas exposer les semences à la lumière pendant l'expérience.

A partir des résultats du test à 25 °C, nous avons réalisé des courbes de germination qui nous ont permis de déterminer la capacité de germination du lot de semence d'*Euphorbia heterophylla*. Pour les autres tests, les résultats ont été d'abord exprimés par les courbes de germination. Ensuite, des tests de comparaison des moyennes de Newman-Keuls ont été utilisés pour comparer les taux de germinations journaliers obtenus aux différentes modalités de température. Le taux de germination est le rapport, exprimé en pourcentage, du nombre de semences germées sur le nombre total de semences.

#### 2. Influence de la profondeur d'enfouissement

##### Mise en place des essais

Des semences d'*Euphorbia heterophylla* sont semées à des profondeurs variables. Le dispositif des essais est un bloc de Fischer à 7 modalités (0, 2, 4, 6, 7, 8 et 9 cm d'enfouissement des semences) et 4 répétitions. Le test est mis en place dans de bonnes conditions d'humidité (après une pluie) sur un terrain non contaminé par *Euphorbia heterophylla*. La parcelle élémentaire qui représente une modalité a une surface de 0,3 x 0,2 m<sup>2</sup>. Le sol est labouré et rendu propre avant les semis.

Une expérience préliminaire réalisée en 2001 a permis de constater qu'au-delà de 10 cm, aucune germination n'est enregistrée. En 2002, une expérience plus précise est conduite. Les modalités sont constituées par les profondeurs 0, 2, 4, 6, 7, 8 et 9 cm. Cent graines sont semées par niveau. Les observations consistent à un comptage des pieds d'*Euphorbia heterophylla* levés tous les 7 jours pendant 90 jours.

##### Méthodes d'analyse des données

Les résultats ont été d'abord exprimés à travers un graphe. Une analyse de variance effectuée sur les taux de germination a permis ensuite de classer les moyennes à partir du test de comparaison de Newman-Keuls.

## Résultats

### Influence de la température et de la lumière sur la germination

#### 1. Expérience préliminaire

La figure 1 donne les courbes de germination (r1, r2, r3, r4, r5) des 5 lots de semences à 25 °C et M la courbe moyenne.

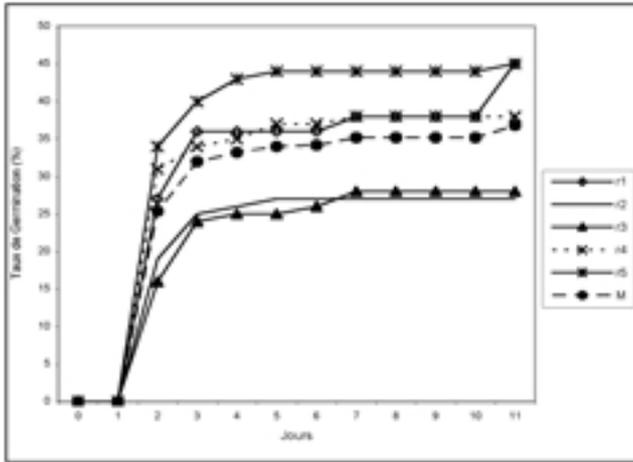


Figure 1: Courbes de germination des semences d'*Euphorbia heterophylla* à 25 °C r1 à r5= répétition; M= Moyenne.

La capacité de germination à cette température varie entre 27 et 45% après 11 jours d'observation avec une moyenne de 37%. Quatre jours après le début de l'expérience, environ 95% de la capacité de germination est observée. Au 7<sup>ème</sup> jour, la capacité moyenne de germination est de 35%. Entre le 7<sup>ème</sup> et le 11<sup>ème</sup> jour, des germinations n'ont été observées qu'en r1. C'est à partir de ces résultats que le temps d'observation de la série d'expérience qui a suivi est fixé à 7 jours.

**2. Influence de la température**

Les résultats des observations à 20, 25, 30 et 35 °C sont exprimés à travers la figure 2.

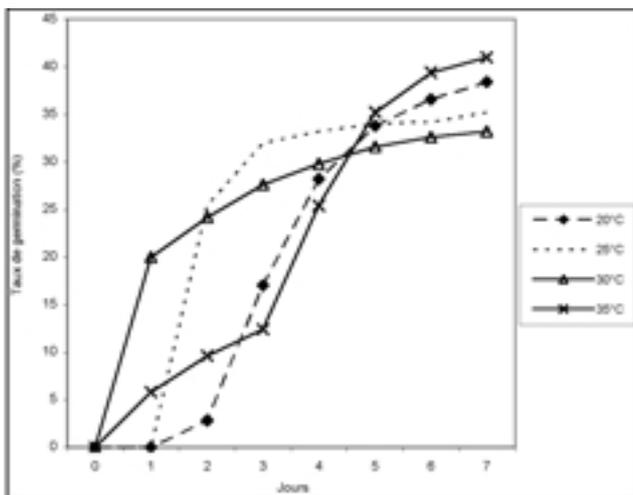


Figure 2: Courbes de germination à 20, 25, 30 et 35 °C.

A partir de leurs allures, les courbes peuvent être réparties en deux catégories. Les courbes de germination à évolution rapide les premiers jours et lente dès le 3<sup>ème</sup> jour sont obtenues aux modalités 25 et 30 °C. Aux températures extrêmes (20 et 35 °C), elles

ont une évolution ralentie les premiers jours et accélérée à partir du 3<sup>ème</sup> jour.

Les tests d'analyse de variance montrent qu'au 3<sup>ème</sup> jour, il existe une différence significative entre les taux de germination obtenus à 25 et 30 °C d'une part et ceux des modalités 20, 35 °C d'autre part (le risque  $\alpha= 0,05$  et la probabilité  $p= 0,001$ ). A partir du 4<sup>ème</sup> jour, la différence entre les taux de germination n'est plus significative (la probabilité  $p= 0,524$  au même risque  $\alpha$ ).

**3. Influence de la lumière**

La germination des semences d'*Euphorbia heterophylla* est très mauvaise à l'obscurité. Cinq jours après semis, seulement 5% des semences germent. Ce résultat n'est pas amélioré même en augmentant le temps d'observation. Ainsi après 10 et 15 jours, les taux de germination moyens respectif sont de 5 et 8%. Ces taux sont faibles par rapport à ceux obtenus dans les mêmes conditions de température en alternant la lumière et l'obscurité.

**Influence de la profondeur d'enfouissement sur la germination**

La courbe de germination en fonction de la profondeur (Figure 3) et l'analyse de variance qui portent sur ces résultats montrent 4 groupes de traitements homogènes bien constitués.

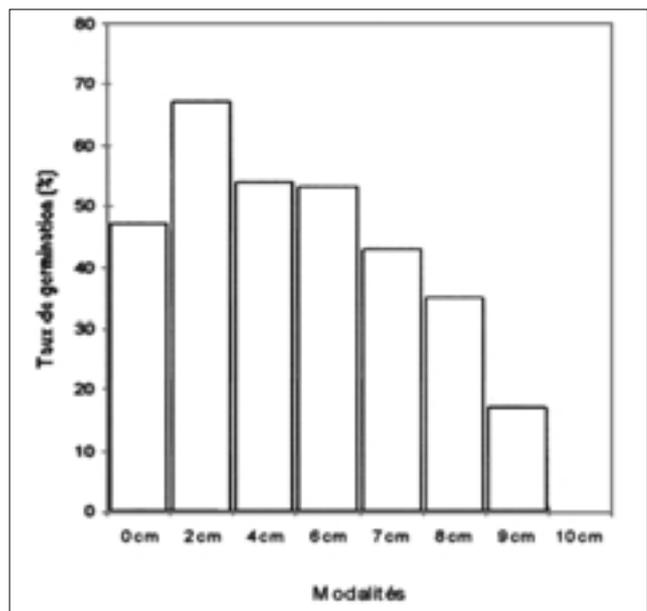


Figure 3: Evolution du taux de germination d'*Euphorbia heterophylla* en fonction de la profondeur d'enfouissement.

Le premier est formé par les semis de 2 cm de profondeur: c'est ici que l'on retrouve le maximum de semences germées (environ 65%). Le groupe intermédiaire formé par les profondeurs 4 et 6 cm est caractérisé par un taux de germination moyen d'environ 50%.

Le troisième ensemble est formé par les modalités 0, 7 et 8 cm de profondeur: à ce niveau, le taux de germination est déjà faible (moins de 50%). Seulement 17% des semences germent à 9 cm de profondeur. A 10 cm de profondeur, le taux de germination est nul, comme l'attestent les résultats de l'expérience préliminaire.

## Discussion

Dans toutes ces expériences, le taux de germination oscille entre 40 et 60% selon les tests. Ce taux diffère de celui généralement obtenu avec des semences d'*Euphorbia heterophylla* mises à germer juste après la récolte qui est estimé à environ 90%. La différence peut être imputable au mode de conservation. Par ailleurs, le taux de germination obtenu après 7 jours d'observation à 25 °C, en alternant la lumière et l'obscurité est plus de 4 fois supérieur à celui de 15 jours à l'obscurité. La lumière jouerait donc un rôle important dans la germination des semences de cette adventice.

La température agit surtout sur la vitesse de germination. Elle n'affecte cependant que très peu la capacité de germination maximale. A ce niveau, la constance des températures a peut-être contribué à ces résultats, car il a été démontré que leur alternance peut influencer la germination (8). Quatre-vingt-treize pourcent des semences de *Terminalia ivorensis* ont pu germer en 41 jours en éclairage continu et à des températures alternées de 24 et 34 °C contre seulement 27% pour une température constante de 30 °C (8). Quoique les fluctuations naturelles de température soient moins prononcées dans la zone étudiée, les petites variations (l'influence des températures diurnes et nocturnes par exemple) sont à considérer. Mais, la température moyenne journalière de la région de culture du cotonnier en Côte d'Ivoire qui varie généralement entre 25 et 29 °C en fait une zone propice à *Euphorbia heterophylla*.

Les résultats du test de germination en fonction de la profondeur de semis sont conformes à ceux de Côte

(2) et Roberts (6) qui ont montré que la dynamique de levée des semences est plus importante chez les graines enfouies aux faibles profondeurs ou exposées à la surface du sol. L'effet conjugué du gradient des facteurs de germination (oxygène, humidité, lumière, température, etc...) et de la pression de la couche de terre superficielle influence négativement ce phénomène. L'observation de nouvelles germinations pendant la durée de l'expérience, confirme l'échelonnement dans le temps de la levée d'*Euphorbia heterophylla*.

## Conclusion

Les résultats obtenus avec la lumière pourraient être très utiles dans la lutte agronomique contre *Euphorbia heterophylla*. L'adoption de certaines pratiques culturales où l'on réduit l'intensité lumineuse parvenant à la surface du sol doit être encouragée. Par exemple, les semis dans le mulch de matière organique constitué par les résidus d'avant-cultures ou de plantes de couvertures; l'utilisation des pailles plastiques déjà vulgarisées sur d'autres cultures pourraient contribuer à empêcher d'abondantes levées.

La capacité de germination des semences enfouies jusqu'à 9 cm de profondeur et l'échelonnement de cette levée dans le temps expliqueraient en partie la non-efficacité des herbicides de pré-levée. L'utilisation des herbicides post-levée peut être par contre envisagée. Leur action peut être améliorée si l'on les utilise en combinaison avec d'autres techniques de lutte basées sur les facteurs environnementaux surtout la lumière. Le traitement dans ce cas est dirigé contre les pieds déjà levés, le mulch constitué par les débris végétaux empêchant d'importantes germinations postérieures.

## Remerciements

Nous tenons à remercier Monsieur J.-Ch. Euvrard du laboratoire des semences du CIRAD à Montpellier qui nous a aidé à réaliser les tests de germination.

## Références bibliographiques

1. Aman K.G. & Ipou Ipou J., 2004, Importance relative d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) dans la végétation adventice des cultures cotonnières de la région du Worodougou, au nord-ouest de la Côte d'Ivoire. Bioterre, Rev. Sci. de la Vie et de la Terre, Vol. 3, 7-21.
2. Côte D., 1975, Acquisition de l'aptitude à germer, 59-70. In: Chaussat et le Deunff: la germination des semences. Gauthier-Villars, Paris France; 232 p.
3. Déat M., 1987, Rapport de mission en Côte d'Ivoire. IRCT-CIRAD; 35 p.
4. Ipou Ipou J., 2000, Importance relative d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) dans la végétation adventice des systèmes culturaux à base cotonniers, dans le Worodougou, en Côte d'Ivoire. Mém. DEA. Univ. Cocody, Abidjan Côte d'Ivoire; 79 p.
5. Ipou Ipou J., 2004, Biologie et écologie d'*Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) dans la culture cotonnière du nord de la Côte d'Ivoire: stratégie biologique et comportement vis-à-vis des facteurs environnementaux. Thèse en cours, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.
6. Roberts E.H., 1981, The interaction of environmental factors controlling loss dormancy in seeds. Ann. Appl. Biol. 98, 3, 552-555.
7. Saxena K.G. & Ramakrishnan P.S., 1984, Herbaceous vegetation development and weed potential in slash and burn agriculture (Jhum) in north-eastern India. Weed Res. 24, 135-142.
8. Willan R.L., 1992, Guide de manipulation des semences forestières: dans le cas particulier des régions tropicales. Etude FAO Forêt, 20/2; 444 p.

J. Ipou Ipou, Ivoirien, DEA en Ecologie végétale (2000), Université de Cocody, Doctorant en malherbologie, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

P. Marnotte, Français, Ingénieur agronome, Chercheur au Département des cultures annuelles du Cirad à Montpellier.

G. Aman Kadio, Ivoirien, Docteur en Phytosociologie, Maître assistant à l'Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

S. Aké, Ivoirien, Professeur en physiologie végétale à l'Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Y. Touré, Ivoirien, Titulaire d'un DEA, Chargé de recherche au Centre National de Recherche Agronomique, Station Coton Bouaké, Côte d'Ivoire.

# Premiers essais d'élevage du rat-taube (*Cryptomys mechowii*, Rongeur: Bathyergidae) à Kinshasa, République démocratique du Congo

R. Kisasa\*, J.C. Palata\* & V. Pwema\*\*

Keywords: Management- Raising- Mole-rat- Bateke

## Résumé

*Le rat-taube, Cryptomys mechowii, a été capturé dans la savane herbeuse du plateau des Bateké pour être soumis à un élevage en captivité au laboratoire du Département de Biologie à l'Université de Kinshasa. Ce petit mammifère sauvage, souterrain, très apprécié par la population, est victime d'une surexploitation pour sa viande délicieuse. L'élevage de ce rongeur pourrait ainsi concilier la sauvegarde de l'espèce d'une part, et la source de protéine familiale pour la population du plateau des Bateké, d'autre part.*

*Dans l'ensemble, 21 animaux dont 8 couples et 5 petits ont été capturés au plateau des Bateké. De ces 8 couples, 5 sont morts dans la première semaine d'élevage au laboratoire, 3 couples et tous les 5 petits ont survécu jusqu'à la fin de l'expérience. Les 3 couples survivants ont donné chacun une portée durant 1 année d'essai d'élevage dont la taille variait de 1 à 3 petits dans l'ensemble de 3 couples. Ce taux de croissance numérique montre la possibilité d'un élevage en captivité de ce petit rongeur souterrain.*

*L'alimentation au laboratoire est constituée des tubercules facilement trouvables à travers tous les marchés de la capitale. C'est le cas du manioc et des patates douces.*

## Summary

**Raising of the Mole-Rat (*Cryptomys mechowii*, Rodent: Bathyergidae) at Kinshasa, Democratic Republic of Congo: First Trials**

*The mole-rat, Cryptomys mechowii, has been captured in the grassy savanna of the tray of the Bateke to be submitted to raising in captivity at the laboratory of the Biology Department in the University of Kinshasa. This small wild underground mammal, very appreciated by the population, is victim of over-exploitation for its delicious meat. The raising of this rodent could reconcile the safeguard of the species on the one hand and the domestic protein source for the population of the tray of the Bateke on the other hand.*

*On the whole, 21 animals of which 8 couples and 5 young have been captured on the tray of the Bateke. Out of these 8 couples, 5 died in the first week of raising in the laboratory, 3 couples and all 5 kids survived until the end of the experience. The 3 surviving couples gave birth each during 1 year of raising test to litters with better size from 1 to 3 kids for the 3 couples. This numeric growth rate demonstrates the possibility of raising this small underground rodent in captivity.*

*The feeding in the laboratory is based on tubers easily obtainable through all markets of the capital. It is the case for cassavas and sweet potatoes.*

## Introduction

En milieu rural dans la République Démocratique du Congo (R.D.C.), la plupart des populations tirent leur protéine animale de la chasse (4). En dépit des mesures d'encadrement (gestion rationnelle pour la survie des générations futures) préconisées par les naturalistes, les ressources animales sont toujours victimes d'une exploitation intense et irrationnelle compromettant à long terme leur pérennité (3, 5).

D'autre part, le besoin croissant de développement socio-économique et les effets dus aux conflits ethniques ou régionaux et à l'explosion démographique concourent également à une surexploitation des ressources animales. Cette situation a comme conséquence la raréfaction des espèces animales. La population du plateau des Bateké n'est pas épargnée de ce

Université de Kinshasa/ Faculté des sciences, Département de Biologie.

\*Laboratoire d'unité de Mammalogie.

\*\*Laboratoire d'unité d'hydrobiologie.

Reçu le 12.09.03. et accepté pour publication le 23.04.04.

problème. Situé à l'extrême nord-est de la ville de Kinshasa, en prolongement du pool Malebo, le secteur connaît une démographie galopante laquelle a entraîné une accentuation des activités agricoles, une destruction des écosystèmes forestiers et une chasse non réglementée.

Dans le présent travail, nous nous sommes proposé l'élevage de rat-taupe, l'une des espèces sauvages sur-exploitées dans ce site pour sa viande délicieuse. Sa réussite pourrait nous permettre de concilier sa sauvegarde d'une part, et la satisfaction de besoin alimentaire en protéine animale de la population Teke, d'autre part.

## Matériel et méthodes

### Aspects zoologiques

Le rat-taupe est un petit mammifère sauvage de l'ordre des rongeurs dans la famille de Bathyergidae. Il vit sous le sol dans des galeries. Sa taille et son poids peuvent atteindre respectivement 24 cm (de la bouche à la queue) et 900 g à l'âge adulte. Son corps est cylindrique et couvert de poils gris, doux et fins. Il

a une petite queue d'environ 2 cm et les pattes en forme de pelle (cette forme lui permet de creuser à grande profondeur). Son alimentation est constituée dans la nature en grande partie de tubercules (manioc ou patates douces), il est de ce fait très compétitif aux agriculteurs (6, 7). Elle est présente en R.D.C. à Kinshasa (plateau des Bateké, connue sous le nom d'Ikwe), au Katanga (appelée Pombofuko) et au Kassai oriental où elle est connue sous le nom de Tshibulebule. La portée du rat-taupe varie de 1 à 3 petits au laboratoire et la femelle porte 4 tétines (observation personnelle).

### Capture

Nos rats-taupes ont été capturés par le creusement dans la savane herbeuse du plateau des Bateké à l'extrême nord-est de la ville de Kinshasa du 17 au 21 juillet 2001 (pendant la saison sèche). Le principe a consisté à creuser, à l'aide d'une pelle jusqu'à l'obtention des tunnels (trous ou passages qu'ils se frayent sous le sol) dans lesquels ils passent leur vie, à les y pourchasser pour les capturer. Le creusement a commencé au niveau d'un terrier frais (fait par les

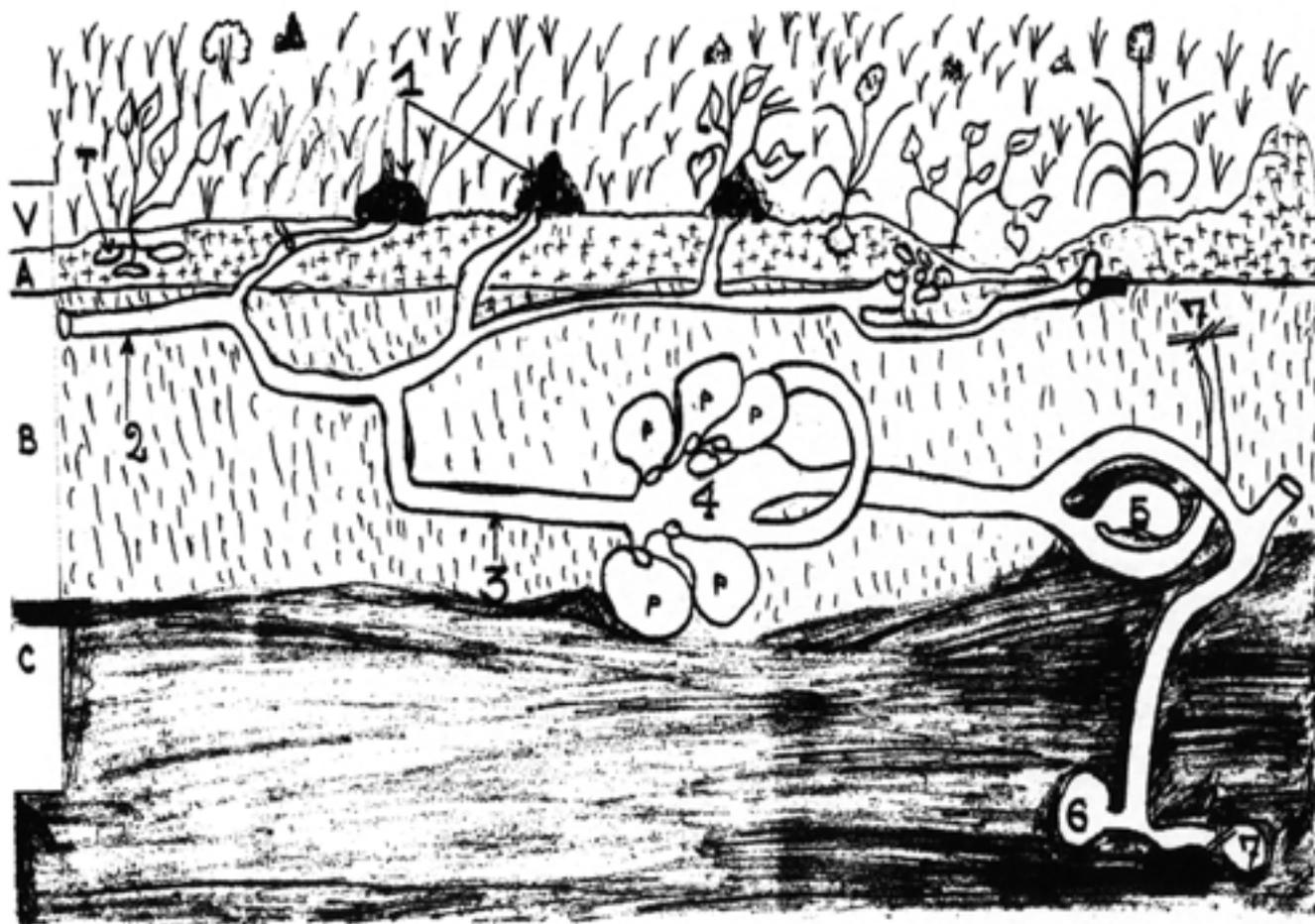


Figure 1: Schéma illustratif d'un modèle type d'une galerie de *Cryptomys mehowi*.

Vue de côté. V: végétation herbeuse du plateau des Bateké; A: couche du sol riche en humus (environ 10 à 25 cm de profondeur); B: couche du sol jaune (environ 25 à 60 cm de profondeur); C: couche du sol rouge (au moins 60 cm de profondeur); 1: Terriers; 2: Tunnels superficiels; 3: Tunnel principal; 4: Magasin avec 5 poches de stockage des aliments; 5: Nid; 6: Toilette; 7: Issue bouchée.

animaux au plus 24 heures avant sa détection). Le tunnel rencontré sous le terrier était d'abord superficiel (environ 20 à 45 cm de profondeur), puis à l'aide d'un bâton d'environ 2 m de long introduit dans ce trou, on pouvait sentir quelques bifurcations (situées à 40-60 cm de profondeur). On reprenait alors le creusement à l'endroit d'une nouvelle bifurcation située en une distance d'environ 1 à 1,8 m de l'autre. Après avoir éliminé toutes les bifurcations, nous avons obtenu le tunnel principal le long duquel, nous avons observé le magasin de stockage de leur provision constituée en grande partie de tubercules (à 60 cm en sous-sol et pesant environ 25 kg), puis leur nid à environ 80 cm avec comme matériel de construction *Aframomun stipilatus*, et enfin une petite poche située à 1,7 à 2 m contenant les excréments (Figure 1).

En tout, 21 animaux ont été capturés dont 3 couples avaient chacun 1 jeune, 1 couple avec 2 jeunes et 4 couples capturés sans jeunes (soit le jeune s'était échappé soit il n'y avait pas encore eu de mise bas). Les animaux capturés ont été transportés au laboratoire dans des bacs noirs et fermés pour éviter le stress (3, 7).

### Elevage

Notre essai d'élevage s'étale sur une période d'une année, du 22 juillet 2001 au 22 juillet 2002 au laboratoire de mammalogie de la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa.

Les 21 rats dont 8 couples et 5 petits ont été élevés mais l'accent a été mis sur les couples du fait que dans tout élevage, l'objectif est de rendre l'animal prolifique afin de minimiser le coût dû à son alimentation (1).

Avant notre essai d'élevage, nous avons identifié les aliments récoltés dans leur magasin lors de nos captures pour avoir une idée des aliments à donner au laboratoire. Cette identification était facile bien que dans leur magasin ne figuraient pas les plantes entières mais seulement les parties consommées, des tubercules. En effet, la plupart des plantes sauvages produisant des tubercules consommés par le rat-taube poussent dans ces mêmes milieux de capture, ce qui a facilité l'obtention de leurs plantes entières et la formation des herbiers lesquels ont été amenés et identifiés à l'Herbarium de la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa.

### Milieux (bacs) et répartition des animaux

Les 8 bacs utilisés au laboratoire pour l'élevage de rats-taupes présentaient les caractéristiques suivantes:

- Bac 1 (micro environnement semi naturel): bac de 2 m de long, 1 m de large, 1 m de haut sans couvercle avec du sable rempli jusqu'à une hauteur de 60 cm (profondeur de nid dans la nature), sol

humide permettant aux animaux de s'enfouir, présence de la végétation (tubercules en croissance notamment les patates douces et *Euphilopus* sp.), présence de galerie et température du laboratoire variant de 25 à 27 °C.

- Bac 2: mêmes caractéristiques que le bac 1.
- Bac 3 (micro environnement profondément modifié): absence du couvert végétal, avec couvercle, 45 cm de long, 30 cm de large, 35 cm de haut, l'un des 4 côtés en verre transparent pour les observations; sable de 10 cm de profondeur, sable renouvelable une fois la semaine pour éviter les odeurs des urines et des éventuelles infections des animaux. Bac 4, Bac 5, Bac 6, Bac 7 et Bac 8 (micro environnements profondément modifiés comme le bac 3)

Pour éviter la compétition entre les différents individus (mâle-mâle ou femelle-femelle) aboutissant parfois à la mort par blessure des animaux en compétition, les animaux devaient bien être séparés depuis le lieu des captures. Chaque colonie capturée devait être amenée au laboratoire et élevée dans son propre bac. Chaque colonie était constituée d'un mâle dominant, d'une femelle dominante «reine» et de jeunes mâles et femelles (observation personnelle effectuée dans la nature). Partant de ces observations, nous avons réparti nos animaux au laboratoire de la manière suivante:

Bac 1: 1 couple et ses 2 petits capturés le 17 juillet 2001 au plateau des Bateké; Bac 2: 1 couple capturé sans petit le 18 juillet 2001; Bac 3: 1 couple capturé sans petit le 18 juillet 2001; Bac 4: 1 couple avec son petit capturé le 20 juillet 2001; Bac 5: 1 couple avec son petit capturé le 20 juillet 2001; Bac 6: 1 couple capturé sans petit le 20 juillet 2001; Bac 7: 1 couple avec son petit capturé le 21 juillet 2001 et enfin dans le Bac 8: 1 couple avec son petit capturé le 21 juillet 2001.

### Résultats

#### Inventaire systématique des tubercules récoltés

Les poids de tubercules sauvages récoltés dans les différents magasins variaient de 10 à 25 kg selon la taille de colonie. Leur identification a donné les espèces suivantes:

- *Aframomun stipilatus*
- *Euphilopus* sp.
- *Anisophyllea pongei*
- *Asparagus africanum*
- *Crinum jagus*
- Tubercules indéterminés

Et à cette liste, nous ajoutons les patates et manioc que les rats-taupes se procurent dans des champs non loin de leurs terriers (monticules de sable, signe

indicateur de la présence ou absence d'une colonie de rats-taupes dans une station donnée, selon qu'il est constitué de sable fraîchement en provenance de sol de profondeur ou selon qu'il est formé de sable sec.

## Reproduction

Les effectifs des 8 couples et 5 jeunes capturés étaient devenus à la fin de notre essai d'élevage:

- Bac 1: 7 mois (le 1<sup>er</sup> février 2002) plus tard, il y a eu une mise bas comportant 2 jeunes. Les effectifs sont passés de 4 à 6 animaux dans le bac. Le 2 février 2002, un petit, né au laboratoire, a été consommé par ses géniteurs (cannibalisme) et enfin un autre jeune a été trouvé mort en surface en date du 4 février 2002.
- Bac 2: 8 mois plus tard soit le 16 février 2002, il a eu une mise bas avec 3 jeunes, les effectifs dans le bac sont passés de 2 à 5 animaux. Deux jours plus tard, la femelle et 2 jeunes ont été trouvés morts enfouis dans le sol et le troisième jour, le troisième jeune a aussi été retrouvé.
- Bac 3: 8 mois après, soit le 28 février 2002, une mise bas a eu lieu avec une portée d'un jeune, les effectifs sont passés de 2 à 3 animaux dans le bac. Le petit a survécu jusqu'à la fin d'essai.
- Bac 4: le 24 juillet 2001, nous avons enregistré la mort du mâle, le 26 juillet 2001, puis celle de la femelle, et le jeune a survécu durant toute la période d'essai d'élevage.
- Bac 5: nous avons enregistré la mort du mâle le 29 juillet 2001 et celle de la femelle, le petit a survécu durant toute la période d'essai d'élevage.
- Bac 6: la mort des partenaires a été enregistrée le 25 juillet 2001 pour le mâle et le 26 juillet 2001 pour la femelle.
- Bac 7: la mort des 2 partenaires a été enregistrée à la même date le 23 juillet 2001.
- Bac 8: le 28 juillet 2001, nous avons enregistré la mort de la femelle, le 29 juillet 2001 celle du mâle et le jeune a survécu durant toute la période d'essai d'élevage.

## Discussion et conclusion

- Les différents aliments récoltés sont des tubercules riches en eau. En effet, l'unique source en eau pour le rat-taupo est cette partie de la plante. En consommant des tubercules frais, il apaise directement sa soif en eau. Ce petit mammifère n'a pas besoin d'un abreuvoir dans son bac. L'inventaire systématique de ces tubercules a révélé les espèces de plantes suivantes; *Aframomun stipilatus*, *Euphilopus* sp., *Anisophyllea pongei*, *Asparagus africanum*, *Crinum jagus*. A cette liste des plantes

sauvages, il faut ajouter les patates douces (*Ipomea batata*) et les maniocs (*Manihot esculenta*) disponibles sur tous les marchés de la ville de Kinshasa.

- Les bacs 1, 2 et 3 ont présenté durant une année d'essai d'élevage, 3 phases pour chacun dans sa croissance numérique: la phase de latence, la phase exponentielle et la phase de décroissance pour les bacs 1 et 2, et stationnaire pour le bac 3. La phase de latence est de 7 mois et 6 jours en moyenne. Dans cette phase, l'organisme qui passe de la savane (état sauvage) au laboratoire (captivité) ajuste ou cherche à s'adapter dans le nouveau milieu (ou bac) pour survivre. La fin de cette phase est sanctionnée par la mise bas (pour ce qui nous concerne). Les animaux sauvages posent généralement de sérieux problèmes de reproduction en captivité (8, 9). Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Adjanooum (1) lors de son élevage des aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) qui est aussi une espèce sauvage mais actuellement maîtrisée et domestiquée surtout au Bénin. Après cette phase, nous avons observé la phase exponentielle chez les 3 couples mais variant en fonction de nombre de petits mis bas par couple. Dans cette phase, l'animal s'est adapté au milieu (bac) et les conditions (notamment la nourriture et la profondeur du sable dans le bac) lui sont favorables pour se reproduire. Les tailles de portées se sont présentées de la manière suivante; 2 jeunes pour le bac 1; 3 jeunes pour le bac 2 et 1 jeune pour le bac 3. Puis deux cas ont été enregistrés, les phases de décroissance (mortalité) pour les bacs 1 et 2 et la phase stationnaire (dans laquelle la mortalité et nouvelle mise bas sont exclues durant un temps donné) pour le bac 3. Ce dernier bac, nous l'avons considéré comme «le bac de l'espoir de la réussite d'élevage».
- Les taux de mortalité très élevés enregistrés dans les bacs 1, 2, 4, 5, 6, 7 et 8 peuvent s'expliquer par deux faits: la quantité d'aliments donnés aux animaux était parfois insuffisante parfois suffisante, difficile à contrôler (les animaux vivant sous sol), et la probabilité de contamination des animaux était très élevée du fait que le sable n'était pas renouvelé pour permettre la formation d'un couvert végétal dans les bacs comme dans la nature.

A ce stade, nous pouvons cependant nous réjouir bien que la croissance numérique soit faible par an. L'aspect le plus intéressant est que cette espèce sauvage se reproduit en captivité. La modification de milieu d'élevage et les différentes courbes obtenues prouvent à suffisance qu'il y a une lueur d'espoir pour la vulgarisation de cet élevage. Cette étude est de ce fait, une des stratégies importante à la gestion des ressources animales dans les milieux tropicaux. L'élargissement de l'élevage aux autres espèces surexploitées peut garantir leur pérennité et en même temps contribuer à la croissance économique en R.D. Congo.

## Références bibliographiques

1. Ajanohoum E., 1988, Contribution au développement de l'élevage de l'aulacode (*Thryonomys swiderianus*-Temminick, 1827). Thèse-doctorat, Méd-Vét- Alfort, 199 p.
2. Jeuniaux Ch., 1971, Géographie animale. Cours. 2<sup>ème</sup> ED, Liège. 80, 70-79.
3. Lauginie F.R., 1977, Valorisation des milieux tropicaux par la conservation de la faune sauvage. Thèse-doctorat, E-NA.Véténaire., Toulouse 369, 1-50.
4. Mamba F. & Remacle J., 1992, Inventaire et compositions chimiques des aliments et denrées alimentaire traditionnels du Kwanga-Kwilu au Zaïre. Fucid-AGCS-CEE, 80 p. MARIA,
5. Maria G., Burda H., Nevo E. & Kocka J., 1994, Allozyme divergence and systematics of common mole-rats (*Cryptomys*, *Bathyergidae*, *Rodentia*) from Zambia. Z. Säugetierkunde, 59, 42-51.
6. Malaisse F., 1997, Se nourrir en forêt claire africaine: Approche écologique et nutritionnelle. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Vol. 3, 278 p.
7. Prescott J., 1993, L'avenir des parcs écozoo. Québec, Vol. 53, 6 p.
8. Prescott J., 1992, L'aménagement des unités de présentation pour le bien être des animaux et satisfaction des visiteurs. ECOZOO-vol 52, n° 2, 14-22.
9. Odberg F.O., 1974, Problèmes de composants des animaux sauvages en captivité animaux de zoos. Ann-Méd., vét. Cureghem, 120, 113-125.

R. Kisasa-Kafutshi, Congolais (R.D.C.), Licence en Sciences biologiques, Assistant à la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa. Recherche en mammalogie, travaille sur le comportement de petit mammifère sauvage (Rat-taube) au laboratoire d'Unité de mammalogie du Département de biologie de la Faculté des Sciences (Unikin).

J.-C. Palata Kabudi, Congolais (R.D.C.), Professeur, Docteur en thèse de l'Université de Liège de Belgique, Chef du Département de biologie de la Faculté des Sciences (Unikin) et Responsable du laboratoire d'Unité de mammalogie.

V. Pwema, Congolais (R.D.C.), étudiant (D.E.A. en Sciences) à l'Université de Namur de Belgique et Assistant à la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa. Travaille actuellement sur les poissons du pool Malebo, R.D. Congo.

### AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE CHANGING OF ADDRESS ADRESVERANDERING CAMBIO DE DIRECCION

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps, votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention «N'habite plus à l'adresse indiquée» et votre nom sera rayé de notre liste.

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Adresse not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding «Woont niet meer op dit adres» en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención "No reside en la dirección indicada" y su nombre será suprimido de la lista de abonados.

# Modulating Effect of Black Plastic Mulch on the Environment, Growth and Yield of Cassava in a Derived Savanna Belt of Nigeria

N.L. Aniekwe\*, O.U. Okereke\*\* & M.A.N. Anikwe\*\*\*

Keywords: Black plastic mulch- Cassava varieties- Soil temperature- Weed growth

## Summary

The modulating effect of black plastic mulch on the crop growing environment, crop growth and yield of two improved cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties (TMS 30572 and TMS 4(2) 1425) bred by International Institute of Tropical Agriculture (IITA) was studied in a soil described as Typic Paleustult at the Faculty farm of University of Nigeria, Nsukka, a derived savanna belt of Nigeria. The experimental design was a 2 x 2 factorial arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Results show that black plastic mulch influenced a 100% weed control in the plots mulched and raised the morning (09.00 GMT) soil temperature to 46%. Moisture evaporation was effectively controlled as water vapour condensed beneath the plastic mulch and fell back as droplets into the soil. The fresh root tuber yield of the cassava varieties was increased to 40.7% (TMS 30572) and 48% (TMS 4(2) 1425) while the leaf area increased from 292.5 cm<sup>2</sup> to 572.8 cm<sup>2</sup> in TMS 30572 and from 266.9 cm<sup>2</sup> to 428.5 cm<sup>2</sup> in TMS 4(2) 1425 by the plastic mulch. Generally, all growth and yield parameters measured were significantly ( $P > 0.05$ ) improved by the application of black plastic mulch.

## Résumé

**Effet modérateur de la couverture du sol par du plastique noir sur l'environnement, la croissance et que le rendement du manioc dans une zone de savane dérivée au Nigeria**

L'effet modérateur de la couverture du sol par un film plastique noir a été évalué sur deux variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) (TMS 30572 et TMS 4(2)1425 améliorées par l'IITA (Institut International pour Agriculture Tropicale). L'essai a été réalisé sur un sol paleustult typique du champ expérimental de l'université du Nigeria situé dans une zone de savane dérivée. Le dispositif expérimental était des blocks aléatoires complètement randomisés avec 2 x 2 facteurs et quatre répétitions. Les variables étudiées étaient l'environnement de la plante, la croissance de la plante ainsi que le rendement. Les résultats obtenus montrent que la couverture du sol par du plastique noir permet un contrôle des adventices à 100% et permet une augmentation de la température matinale (9 h GMT) de 46%. L'évapotranspiration a été maîtrisée grâce à l'infiltration dans le sol des gouttes d'eau condensées sous le plastique. Le rendement en tubercules a augmenté respectivement de 40,7% pour la variété TMS 30572 et de 48% pour la variété TMS 4(2)1425 tandis que l'augmentation de la surface foliaire dû à la couverture du plastique était de 292,5 cm<sup>2</sup> à 572,8 cm<sup>2</sup> pour la variété TMS 30572 et de 266,9 cm<sup>2</sup> à 428,5 cm<sup>2</sup> pour la variété TMS 4(2)1425. D'une façon générale, en utilisant le plastique noir comme couverture, tous les paramètres de croissance et de rendements étudiés ont augmenté d'une manière significative ( $P > 0,05$ ).

## Introduction

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is regarded as one of the principal plants of use to man because of the important part it plays as a food in the regions of the world where there is hunger and starvation (23). Its food value lies in the high starch content (89% in

the tuberised roots) and the nutritious leaves (protein content of 25%, glycoside 41%, lipids 6%, fibre 20%, ash 8% and dry matter 15%) that serve as an excellent complement to the tuberised roots (1, 23). Its outstanding features have been well reported in litera-

\*Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Ebonyi State University, PMB 053, Abakaliki, Nigeria, (Corresponding author).

\*\*Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

\*\*\*Department of Agronomy and Ecological Management, Faculty of Agriculture, Enugu State University of Science and Technology, PMB 01660, Enugu, Nigeria, (E-mail: anikwema@yahoo.co.uk).

Received on 08.04.02. and accepted for publication on 10.05.04.

ture, as a plant that tolerates extreme stress conditions, adapts suitably to diverse environment and farming systems, is biologically efficient in food energy production, has low production skill requirements and inputs, can stay in the ground for up to 24 months until required for consumption, is available throughout the year thereby helping to alleviate the famine situation in Africa and withstands drought for four to six months (10, 11, 13).

The yield of cassava is highly skewed over the world. The world average yield is less than 9 t.ha<sup>-1</sup> and in nearly 25% of cassava producing-countries yields are less than 4 t.ha<sup>-1</sup> (5). Experimental plots under near-optimal edaphoclimatic conditions may yield more than 70 t.ha<sup>-1</sup>.yr<sup>-1</sup> (6). Low productivity can be attributed to cultivation of marginal environments and sub-optimal soils and poor crop management practices (7). The observation of Watson (26) three decades ago is being confirmed that climate determines the crops that can be grown while weather determines the yield of crops grown. Therefore, a technology aimed at environmental management need to be sought and adopted for high crop production in areas where the combination of low yields and high population growth aggravates famine situations.

The discovery and development of polyethylene polymers in the late 1930s, and its subsequent introduction in the early 1950s in the form of plastic films, mulches, and drip-irrigation tubing and tape, revolutionized the commercial production of several vegetable crops which gave rise to a crop growing system known as plasticulture (14). Plasticulture has become since then a veritable management tool offering many benefits such as higher yields per hectare, cleaner and higher quality produce, more efficient use of water resources and fertilizer inputs, reduced leaching of fertilizer on light sandy soils, reduced soil and wind erosions, soil compaction, and root pruning, better management of certain insect pests, reduced disease incidence, and improved micro-climate by modifying the radiation budget (absorptivity vs. reflectivity) of the surface, thereby enhancing earlier crop production and fewer weed problems (12, 14, 25).

Traditionally in the early 1960s, impact of colour (black or clear) plastic mulches have been found to be useful tools in modulating soil and air temperatures, moisture retention and energy, i.e. radiating behaviour of mulches depending on their degree of contact with the soil (thermal contact resistance). With air space in-between, soil warming is less effective (8, 9). It has been reported that clear plastic mulches were used in solarization (soil sterilization) and in the cooler regions of the United States such as the New England States. Placing a clear plastic mulch over a moist soil for about 30 days of sunny weather generates enough heat to kill nematodes 5 cm to 10 cm deep, making the soil free of living germs (17). Moreover, countries in

the Middle East, North Africa, high elevations in Southern Africa and other areas of the world with extreme weather conditions use black plastic films to construct protected greenhouses whereas glass is used in Europe and America (22). Plasticulture system is finding a veritable use in crop production in the tropical regions (16, 19, 22). Therefore, the objective of this experiment was to determine the effect of black plastic mulch on the crop environment, growth and yield of some cassava varieties in the derived savanna belt of Nigeria.

## Methodology

The study was conducted on the research farm of the Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, located at latitude 06° 52' N, longitude 07° 24' E, and an altitude of about 458.2 m above sea level. The soil type is a well-drained sandy clay loam tropical ultisol (Typic Paleustult) of the Nkpologwu series with a pH of 4.5. The annual rainfall is about 1600 mm spread between April and October.

### *Experimental design*

The design of the experiment was a 2 x 2 factorial in randomized complete block design (RCBD) with four replications covering an area of 230 m<sup>2</sup>. Factor A was the black plastic mulch at two levels ( $M_0$ = without mulch and  $M_1$ = with mulch), whereas factor B existed out of the two IITA (International Institute of Tropical Agriculture) improved cassava varieties ( $V_1$ = TMS 30572 and  $V_2$ = TMS 4(2) 1425), which gave rise to four treatment combinations. In all, 64 ridges of 4 m long were manually constructed with West African dwarf hoe, one meter apart to form 16 plots of 4 ridges each. Eight plots randomly selected received black plastic mulch while the other 8 plots had no plastic mulch. A 5 m x 4 m black plastic sheet was used to completely cover each plot while 0.5 m projections were buried in the soil around the plot to prevent the plastic sheets from been blown away by wind. Routinely, more soils were heaped as the need arises to strengthen the edges. Prior to planting the cassava stem cuttings, holes large enough to admit the cuttings and rainfall were made on the sheet at a spacing of 75 cm direct on the crest of the ridges. The plastic sheet was adequately made flat with the level of the ridges to prevent too many contours for water to collect on the plastic without reaching the soil through the holes. Stem cuttings of 20 cm long (4 nodes each) were planted at an angle of 45° to the surface of the mulch.

### *Measurements and data analysis*

Three weeding schedules were made on the unmulched plots before the cassava was harvested. Before each weeding, a quadrant was thrown in each

plot and the weeds harvested from it were weighed fresh and dry. A month after planting, soil temperature measurements were taken daily during one month at two depths (15 cm and 30 cm) in the mornings (09.00 GMT) and in the evenings (15.00 GMT) in both plots (with or without plastic mulch). Each plot contained 24 plant stands and the innermost four stands from the innermost two ridges were used for data collection. In the experimental plots, harvesting was done between ten and eleven months after planting. The data collected were statistically analyzed using the analysis of variance (ANOVA) procedure while mean separation for detecting significant differences between means was performed using Fisher's least significant difference (F -LSD) according to Carmer and Swanson (2).

## Results and discussion

### Soil temperature

Table 1 shows that the morning (09.00 GMT) soil temperature was significantly ( $P > 0.05$ ) improved by the application of black plastic mulch.

**Table 1**

**Measurement of soil temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) modulated by black plastic mulch (15 cm and 30 cm depths)**

Plastic mulch	Morning (09.00 GMT)		Evening (15.00 GMT)		Daily Average
	Depth				
	15 cm	30 cm	15 cm	30 cm	
With mulch	27.2	27.0	29.6	29.4	28.3
Without mulch	26.1	25.6	29.3	29.0	27.5
F- LSD( $P = 0.05$ )	0.5	0.5	ns	ns	0.5

ns= not significant

Such improvement as influenced by black plastic mulch is highly reported in literature by scientists like Otoo (21), Mbagwu (16) and Onwueme and Sinha (18). Otoo (21) reported that in addition to raising the soil temperature, it conserved soil moisture and soil nutrients, protected soil structure, and prevented soil erosion. Onwueme and Sinha (18) reiterated that plastic mulch was used to raise the soil temperature where low soil temperature would have adversely affected on plant growth. Use of black plastic mulch is highly recommended for places experiencing low soil temperature to save crops from cold injury (22).

### Weed growth control

The data obtained about the environment during the experiment shows that there was a complete and effective suppression of weed growth by the application of black plastic mulch. In table 2, the mean fresh weight

and dry weight of weeds from the three weeding periods ( $\text{g.m}^{-2}$ ) proved black plastic mulch an effective technology for weed control in crop production.

**Table 2**

**Weights of weed growth from three weeding schedules in the unmulched plots ( $\text{g.m}^{-2}$ ) of cassava**

Schedule	Fresh weight	Dry weight
6 WAP	108.64	20.40
15 WAP	277.93	43.08
31 WAP	428.06	104.14
Mean	271.54	55.87

WAP= Weeks After Planting

Okeke (19) reported the same complete weed control and about 100% yield increase in cassava root tubers by the application of plastic sheet as mulch. The importance of this observation is predicated on the reduced labour cost that would have been expended for weeding especially these days of jumping labour cost in most developing countries. The third triennial symposium of

the International Society for Tropical Root Crops (African branch) recommended among other things that current and future research should focus on the development of technologies for reducing production costs for our staple root crops (1). Also, since by this technique, weed control can be naturally achieved, it can easily be adopted into the organiculture system and the need for sustainable farming system research in the fragile soils of this region. The technology is environmentally friendly in its function except its disposal problem, which can be overcome with the use of biodegradable types of plastic film now being developed.

### Plant growth

The growth parameters of cassava (leaf number, leaf area, leaf area index, stem number and height at first branching) were significantly ( $P > 0.05$ ) improved by the application of black plastic mulch (Tables 3, 4 and 6).

**Table 3**  
**Effect of black plastic mulch on leaf number of two cassava varieties six months after planting**

Month	Treatments				Mean
	M <sub>0</sub> V <sub>1</sub>	M <sub>0</sub> V <sub>0</sub>	M <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	M <sub>1</sub> V <sub>2</sub>	
1	17	19	18	21	18.8
2	48	46	70	69	58.3
3	80	85	149	155	117.3
4	102	100	196	182	145
5	113	98	222	149	146
6	125	63	302	91*	145
Mean	81	69	160	111	

F - LSD (P= 0.05)= 29 for comparing two monthly means

F - LSD (P= 0.05)= 21 for comparing two varietal means

F - LSD (P= 0.05)= 41 for comparing monthly x mulch interaction means

\* Termite attack affected the leaf number produced

**Table 4**  
**Effect of black plastic mulch on the growth and yield parameters of cassava**

Mulch	Stem number per plant	Height at first branching	Leaf number (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	LAI	Number of root tubers	Weight of root tuber yield kg per plant	Harvest index
Without	3.0	84.7	79.0	279.7	3.5	9.0	2.6	0.65
With	4.0	102.2	143.3	500.6	6.3	14.0	3.8	0.56
F-LSD (P= 0.05)	1.0	9.6	19.2	114.6	1.4	2.0	0.6	0.05

**Table 5**  
**Variety x plastic mulch interaction on the weight of root tuber yield (kg.plant<sup>-1</sup>) of cassava**

Variety	Mulch		Means
	Without mulch	With mulch	
TMS 30572	2.7	3.8	3.3
TMS 4(2) 1425	2.5	3.7	3.1
Means	2.6		

F- LSD (P= 0.05)= 0.6 for comparing two variety means

F- LSD (P= 0.05)= 0.6 for comparing two mulch means

F- LSD (P= 0.05)= 0.8 for comparing variety x mulch interaction means

**Table 6**  
**Variety x plastic mulch interaction on the leaf area (cm<sup>2</sup>) of cassava**

Variety	Mulch		Means
	Without mulch	With mulch	
TMS 30572	292.5	572.8	432.7
TMS 4(2) 1425	266.9	428.5	347.7
Means	279	500.7	

F- LSD (P= 0.05)= 114.6 for comparing two variety means

F- LSD (P= 0.05)= 114.6 for comparing two mulch means

F- LSD (P= 0.05)= 162.1 for comparing variety x mulch interaction means

Leaf count on monthly basis (from sprouting to six months after planting) (Table 3) shows that the rate of leaf production of the two varieties in response to plastic mulch treatment was higher than the unmulched plots. The number of leaves increased consistently with months except in V<sub>2</sub> (TMS 4(2) 1425) by the fifth month when termite attack affected some stands. In table 6, with black plastic mulch, leaf area reached between 572.8 cm<sup>2</sup> (TMS 30572) and 428.5 cm<sup>2</sup> (TMS 4(2) 1425) though CIAT (3) indicated that large leaf area above 500 cm<sup>2</sup> per plant has little advantage and can encourage mutual shading and shorter leaf life at the base of the canopy. Otoo (21) also reported this general improvement in the growth parameters by the modulating influence of black plastic mulch on the environment.

#### *Crop yield*

Black plastic mulch enhanced the entire cassava yield parameters (number of storage roots per plant, storage root tuber weight and harvest index) measured in this experiment (Tables 4 and 5). The storage root tuber weight was significantly (P > 0.05) increased by 46% but the corresponding increase in leaf area depressed the harvest index (Table 4). This agrees with the work of Cock (4) who pointed out that harvest index would generally be low under high plant population in crops that exhibit partitioning of dry matter in phases especially root and tuber crops. Harrison-Murray and Lal (12) observed that black plastic mulch increases root tuber yield and CIAT (3) pointed out that large leaf area might unnecessarily overtax the dry matter accumulation to the detriment of the storage root tuber yield. Increase in root tuber yield by black plastic mulch is well reported in literature. Otoo (21) observed that yield parameters were improved,

while Okeke (19) reported a 100% increase in the yield of root tubers. A crop production technology that has such reputation for yield increase may easily be accepted by farmers in cassava growing countries to enhance their strength in their war against famine especially if the plasticulture technology is cheap and affordable. In table 5, it may not be superfluous to stress that the response of the two varieties (TMS 30572 and TMS 4(2) 1425) with 41% and 44% increase respectively was very impressive.

#### **Conclusion**

From literature and from the observations made in this experiment, it is strongly established that black plastic mulching, as an improvement technique is both environmentally friendly and a very effective means of modulating crop environment. Considering all the advantages of this technique, we do not hesitate to recommend its further trial and use in other crops to increase crop production. However, the only snag about this report is that the plastic mulch used is non-biodegradable which presents disposal problem in the farm at the end of the crop growth. When biodegradable types become common and affordable, its use is expected to increase.

#### **Acknowledgement**

The kind gesture of Professor J. Coosemans of Katholieke Universiteit, Leuven, Belgium is highly appreciated for providing the black plastic sheet used, through the University of Nigeria, Nsukka – Katholieke Universiteit, Leuven linkage project sponsored by European Economic Community (EEC) under Lome II aid programme.

## Literature

1. Anon, 1995, South Pacific Food Leaflet Cassava, Leaflet N° 5, South Pacific Commission, Auckland, New Zealand, 85 p.
2. Carmer S.G. & Swanson M.R., 1971, Detection of differences between means: A Monte Carlo study of five pair-wise multiple comparison procedures, *Agronomy Journal*, 63, 940-945.
3. CIAT, 1976, Annual Report, Colombia. 72 p.
4. Cock J.M., 1982, Cassava: A basic energy source in the tropics. Science (Washington D.C.), 218, 755-762.
5. Cock J.M., 1985, Cassava: New potential for a neglected crop. Westview Press, Boulder, 191 p.
6. El-Sharkawy M.A., Cock J.M., Lynam J.K., Hernandez A.D.P. & Cadavid L.F., 1990, Relationship between biomass, root yield and single-leaf photosynthesis in field-grown cassava, *Field Crops Research*, 25, 183-201.
7. El-Sharkawy M.A., 1993, Drought-tolerant cassava for Africa, Asia and Latin America. *Bioscience*, 43, 441-451.
8. Emmert E.M., 1957, Black polyethylene for mulching vegetable, *Proceedings of the American Society of Horticultural Sciences*, 69, 464-469.
9. Ham J.M. & Kluitenberg G.J., 1994, Modelling the effect of mulch optical properties and mulch – soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. *Agriculture for Meteorology*, 71, 403-424.
10. Hahn S.K., Terry E.F., Leuschner K., Akobundu I.O., Okah C. & Lal R., 1979, Cassava improvement in Africa, *Field Crops Research*, 2, 193-226.
11. Hahn S.K., Mahungu N.M., Otoo J.A., Msabaha M.A.M., Lutaladio N.B. & Dahniya M.T., 1987, Cassava and the African food crisis. *In: Terry E.R., Akorda M.O. & Arene O.B. (Eds), Tropical root crops and the African food crisis. Proceeding of the 3<sup>rd</sup> triennial symposium of the International Society for Tropical Root Crops (African branch), Owerri, Nigeria, 17<sup>th</sup>-23<sup>rd</sup> August 1986. Ottawa, Ont., IDRC. 25 p.*
12. Harrison-Murray R. & Lal R., 1979, High soil temperature and the response of maize to mulching in the lowland humid tropics. *In: Lal R. & Greenland D.J. (Eds). Soil physical properties and crop production in the tropics, J. Wiley and sons, U.K., 285-304.*
13. IITA, 1982, (International Institute for Tropical Agriculture), Research Highlights, Ibadan, Nigeria.
14. Lamont W.J., 1999, Vegetable production using plasticulture. Food and Fertilizer Technology Center (FFTC). Extension bulletin N° 476. FFTC, Thailand.
15. Liakatas A., Clark J.A. & Monteith J.L., 1986, Measurements of the heat balance and soil heat flux. *Agriculture for meteorology*, 36, 227-239.
16. Mbagwu J.S.C., 1991, Influence of different mulch materials on soil temperature, soil water content and yield of three cassava cultivars. *J. Sc. Food & Agric.* 86, 569-577.
17. Messian C.M., 1992, The tropical vegetable garden, Principles for improvement and increased production with applications to the main vegetable types. The Macmillan Press Ltd., London, 514 p.
18. Onwueme I.C. & Sinha T.D., 1991, Field crop production in tropical Africa. CTA, Wageningen, Netherlands, 480 p.
19. Okeke J.E., 1989, Cassava production in Nigeria, *Proceedings of food crops production, utilization and nutrition workshop, 25-29<sup>th</sup> March 1989. Mbah B.N. & Nnanyelugo, D.O., (Eds), University of Nigeria, Nsukka.*
20. Otoo J.A., 1985, Effect of plastic mulch on growth and tuber yield of cassava. *In: Nationally coordinated research project on cassava research report, edited by Okeke J.E., Root Crops Research Institute, Umudike, Umuahia, Nigeria.*
21. Otoo J.A., 1989, Plastic mulch boosts cassava planting material and tuber yield. IITA Research Briefs. 7 p.
22. Rice R.P., Rice L.W. & Tindall H.D., 1990, Fruit and vegetable production in warm climates. The Macmillan Press Ltd, London, 486 p.
23. Silvestre P., 1989, Cassava: the tropical agriculturist. Macmillan Publishers Ltd. London, 82 p.
24. Tanner C.B., 1974, Microclimate modification: basic concepts. *Hortscience*, 9, 555-560.
25. Terry E.R., Akorda M.O. & Arene O.B. (Eds), 1987, Tropical root crops and the African food crisis. *Proceeding of the 3<sup>rd</sup> triennial symposium of the International Society for Tropical Root Crops (African branch), Owerri, Nigeria, 17<sup>th</sup>-23<sup>rd</sup> August 1986. Ottawa, Ont., IDRC. Pp. 197.*
26. Watson D.J., 1963, Climate, weather and plant yield: *In: Environmental control of plant growth. London, Academic Press, 233 p.*

N.L. Anikwe, Nigerian, Ph.D., Senior Lecturer EBSU, Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, Ebonyi State University, PMB 053, Abakaliki, Nigeria, (Corresponding author).

O.U. Okereke, Nigerian, Ph.D., Senior Lecturer, UNN, Department of Crop Science, Faculty of Agriculture, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

M.A.N Anikwe, Nigerian, Ph.D., Senior Lecturer, ESUT, Department of Agronomy and Ecological Management, Faculty of Agriculture, Enugu State University of Science and Technology, PMB 01660, Enugu, Nigeria, (E-mail: anikwema@yahoo.co.uk).

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 de leurs auteurs  
 De geformuleerde stellingen en de gebruikte vorm zijn op de verantwoordelijkheid van de betrokken auteur(s)  
 Las opiniones emitidas y la forma utilizada conciernen únicamente la responsabilidad de los autores

# Open Pollinated Offspring for Producing Potatoes from True Seed

A.M. Golmirzaie<sup>1</sup>, Susana Buendia, J. Espinoza & R. Ortiz\*

Keywords: Inbreeding- Outcrossing- Selfing- Synthetic cultivar

## Summary

*Open pollinated (OP) offspring offers a cheap propagule for potato production from true seed (TPS). A series of trials in contrasting Peruvian locations including several generations derived by open pollination were carried out to determine the potential of OP for TPS. The results suggest that several generations of OP did not affect the performance of TPS for tuber characteristics. On average, F<sub>1</sub> hybrids out-yielded first generation OP offspring, but tuber yield per plot of advanced OP generations (OP<sub>5</sub>) across locations did not differ significantly from that shown by F<sub>1</sub> hybrids. It seems that the effect of potential inbreeding in early OP generations was absent in advanced OP generations, maybe due to selection of heterozygous parents in the preceding generations. Results from sequential harvests showed that initiation and bulking of tubers are slower in advanced generations of OP than in the first OP generation, particularly in the warm tropics. Nonetheless, some OP TPS did not differ significantly for tuber yield across generations, suggesting that farmers may grow commercially selected OP offspring.*

## Résumé

**Progéniture de pollinisation libre pour la production de la pomme de terre à partir des vraies semences biologiques**

*La progéniture de pollinisation libre offre du matériel de propagation moins cher pour la production de la pomme de terre à partir des vraies semences biologiques (TPS). Des séries d'essais comparant différentes localités péruviennes comprenant plusieurs générations issues de pollinisation libre (OP) ont été conduites pour déterminer le potentiel OP pour les TPS. Les résultats suggèrent que plusieurs générations de pollinisation libre n'ont pas affecté la performance des TPS pour les caractéristiques des tubercules. En moyenne, les rendements des hybrides F<sub>1</sub> ont premièrement surpassé la génération de la progéniture OP, mais les rendements des tubercules par parcelle des générations avancées de pollinisation libre (OP<sub>5</sub>) n'ont pas été significativement différents des rendements des hybrides de la F<sub>1</sub> à travers les différentes localités. Il semble que l'effet de la consanguinité potentielle dans les premières générations de pollinisation libre était absent dans les générations avancées OP, due probablement à la sélection des parents hétérozygotes dans les générations précédentes. Des résultats des récoltes chronologiques ont montré que l'initiation et la tubérisation sont lents dans les générations avancées OP plus que dans les premières générations OP, plus particulièrement dans les zones chaudes des tropiques. Cependant, quelques TPS de l'OP n'ont pas été significativement différents pour les rendements de tubercules à travers les générations, suggérant que les agriculteurs peuvent produire de façon commerciale la progéniture de pollinisation libre sélectionnée.*

## Introduction

There are 3 kinds of potato: i. the single-sprouted tuber from which more tubers can grow, ii. a true seed from whose ensuing plants tubers will be harvested, and iii. a plant from which the true potato seed (TPS) will be harvested for commercial production (23). TPS

receives nowadays great attention in the developing world because of many advantages that include pathogen-free potato propagules; particularly for locations prone to pests affecting seed health or importing expensive tubers from overseas that may account up

<sup>1</sup> Centro Internacional de la Papa, Apartado 1558, Lima 12, Perú.

\* Author to whom the correspondence should be addressed: IITA c/o Lambourn Ltd. (UK), Carolyn House, 26 Dingwall Road, Croydon, CR9 3EE, England, UK. Email: [r.ortiz@cgiar.org](mailto:r.ortiz@cgiar.org)

Received on 20.11.03. and accepted for publication on 11.05.04.

to 60% of the costs, and easy of transport because a few hundred grams of TPS replaces 2 t of tubers for planting 1 ha (19). However, TPS requires more care than tubers since it appears to be more susceptible to weeds, water stress and some soil-borne pests in the early growth stages (27).

TPS may fit well into potato cropping systems because date of planting will not depend on the physiological age of the tubers. TPS needs however a longer growing period: 15 to 20 extra days viz. a viz. tubers. Hence, TPS cultivars showing early tuber initiation and fast tuber bulking rate under heat are two of the main traits in TPS breeding (12). Nonetheless, true potato seed (TPS) is an alternative to tubers for producing potato in pest-prone environments where farmers are unable to harvest healthy planting materials or imported seed-tubers are expensive

Hybrids from crosses between tetraploid parental sources are the most popular for TPS offspring, which should be phenotypically uniform, if they are to be recommended to farmers as new cultivars (5, 19, 27). Tetraploid potatoes are highly heterozygous but owing to their vegetative propagation are true-to-type unless mutation occurs. Hence, tetraploid parental sources are usually selected after progeny testing when showing uniform offspring (6, 11).

Farmers may still be reluctant to adopt TPS for producing potatoes because of the costs –mostly hand labor for emasculating flowers and pollinating to get hybrid seeds. A cheaper option will be to use open-pollinated (OP) TPS (22). Indian breeders recommended 'MST-1' as a potential OP TPS (28). Tuber yield was similar to that of hybrid TPS or commercial potato cultivars. Most of the other results show however that experimental hybrids always out-yield OP in potato (27 and references therein). Most of these reports included only one or a maximum of two OP generations, while equilibrium for gene frequency in a tetrasomic polyploid species such as potato needs more generations.

It seems that OP in potato ensues from selfing and sib-mating rather than only from outcrossing. Selfing occurs mostly in OP from selected clones, and both selfing as well as sib-mating plus outcrossing at different rates in  $F_1$  TPS offspring. Recent results suggest that either selecting for vigorous seedlings in the nursery prior to transplanting or synthetic OP cultivars may provide high tuber yields (9, 10). Early nursery selection capitalizes on heterozygote individuals in the offspring (2, 7, 8), while synthetics rely on reducing inbreeding after open pollination (10).

This research includes a serie of trials in contrasting Peruvian locations with several generations derived by open pollination carried out to determine the potential of OP for TPS as well as the effect of earliness, as

determined by date of harvest, in hybrid and open-pollinated (OP) TPS propagules.

## Materials and methods

The first experiment consisted of OP generations ensuing from  $F_1$  TPS offspring selected in a warm humid tropic environment (San Ramón). These OP generations were advanced through testing and selecting the most outstanding plants up to  $OP_5$  from six selected TPS breeding materials along with their original  $F_1$  hybrids from a breeding population of the Centro Internacional de la Papa (CIP). The first experiment included these five OP generations and the original hybrid source for the six TPS breeding materials. The OP seeds were always obtained at San Ramón season after season by using the previous generation as parental source, i.e.,  $F_1$ ,  $OP_1$  and so on, were the parents of  $OP_1$ ,  $OP_2$  and so on. Following this approach, any bias owing to environmental effects was avoided in each generation. The second experiment included selfed offspring ( $S_1$ ), hybrid offspring ( $F_1$ ) open pollinated offspring from clones and  $F_1$  ( $OP$  and  $F_1$  OP, respectively hereafter) from six TPS parents. The third experiment comprised OP generations derived each from six original TPS experimental hybrids whose original source was the same CIP lowland tropic breeding population (6).

The experiments were conducted at CIP experimental stations in San Ramón and Huancayo (first and third experiments only). San Ramón (11° 08' S, 800 m), where most of CIP breeding work for TPS was undertaken, is a humid location in the eastern Andean slopes whereas Huancayo (12° 07' S) is in the Peruvian highlands (3280 m). Ortiz and Golmirzaie (20) provide more details of both Peruvian locations.

The field layouts were always randomized complete block designs with 2 or 3 reps of 40 plants. Because of sequential harvest the analysis of variance was that of a split-plot design in the third experiment, where the genetic background was the main plot and the date of harvest was the sub-plot.

A total of 200 TPS of each offspring were soaked in a solution of 1500 ppm giberellic acid for 24 h, and thereafter planted in flats at a greenhouse nursery using plastic trays containing a 1 sand: 2 peat: 1 soil (by volume) substrate. After the seedlings were 3 to 5 cm tall, they were transferred into peat pots and grown to about 15 cm height, when 40 full-sib seedlings were transferred after eight weeks to single-row plots in the field. The traits recorded vary with the experiment because of the characters included by TPS breeders at each stage of population development. The common trait was tuber yield, but in early stages they also recorded data for plant survival and vigor, berry set and weight. In more advanced stages tuber yield became the principal character. In the sec-

ond experiment, the characters recorded were tuber yield (kg.plant<sup>-1</sup>), days to flowering, flowering intensity, flowering duration and pollen production. Flowering intensity scale ranged from 0 (no buds) to 9: (very abundant), for flowering duration from 1 (very short) to 9 (very long), and for pollen production from 0 (none) to 5 (abundant). Phenotypic correlations were calculated among all these traits. Tubers were recorded in the third experiment using two sets according to big and small tuber size as per Peruvian farmers' commercial standards.

## Results

While advancing OP generations (OP<sub>2</sub> onwards) during selection in San Ramón (data not shown), quantitative and qualitative characters were better than in

the OP<sub>1</sub> generation, suggesting the possibility of removal of the performance depression owing to partial inbreeding by selecting the appropriate populations. Berry set in OP<sub>3</sub> ranged from 20 to 291, whereas berry weight (per plant) ranged from 58 g to 1 kg. Hence, this significant variation allowed selection of the right parental source in the OP<sub>3</sub> generation, which was the source of seeds for the OP<sub>4</sub>.

There were significant differences for agronomic and tuber traits among F<sub>1</sub> and OP generations of six TPS offspring in the first experiment (Table 1).

The locations affected significantly the characters recorded, and the interactions influenced significantly tuber yield. Hence results were tabulated for each location (Tables 2 and 3).

**Table 1**

**Mean squares of the analysis of variance for agronomic characteristics recorded in F<sub>1</sub> and five open-pollinated (OP) generations derived from six true seed populations (San Ramón and Huancayo)**

Source of variation	Degrees of freedom	Plant at 45 days	Plants at harvest	Tuber yield per plant (kg)	Tuber yield per plot (g)
Location (L)	1	9248.0**	18157.6**	504513.3**	2014513611.1**
Replication/L	2	16.5	76.8**	3707.0	8415034.7
Generation (G)	5	29.9*	49.5**	27552.4**	29738194.4**
L x G	5	20.2	27.8	5104.4	11316736.1**
Population (P)	5	12.1	107.9**	16232.6**	30266944.4
L x P	5	2.4	31.6	7857.5*	20696736.1**
G x P	25	14.7	37.8**	5688.6*	6563036.1**
L x G x P	25	16.0	22.8**	4027.6**	4002161.1
Error	35	12.0	13.4	2880.6	3172141.9

\* and \*\* significant at 5% and 1% respectively

**Table 2**

**Average performance of F<sub>1</sub> and five open pollinated (OP) generations for agronomic characteristics in a cool highland environment (Huancayo)**

Generation	Plant at 45 days	Plants at harvest	Tuber yield per plant (g)	Tuber yield per plot (kg)
F <sub>1</sub>	35	35	341	11.5
OP <sub>1</sub>	35	32	264	8.7
OP <sub>2</sub>	36	31	247	7.7
OP <sub>3</sub>	36	33	299	10.0
OP <sub>4</sub>	33	31	220	6.8
OP <sub>5</sub>	37	31	298	10.2
S.E.D.	z	z	13	z

<sup>z</sup> Non-significant source of variation for generations in analysis of variance

**Table 3**  
**Average performance of F<sub>1</sub> and five open pollinated (OP) generations for agronomic characteristics in warm lowland tropic environment (San Ramón)**

Generation	Plant at 45 days	Plants at harvest	Tuber yield per plant (g)	Tuber yield per plot (kg)
F <sub>1</sub>	26	23	278	7.2
OP <sub>1</sub>	27	21	213	5.2
OP <sub>2</sub>	27	19	195	4.4
OP <sub>3</sub>	28	21	221	5.7
OP <sub>4</sub>	27	21	178	4.2
OP <sub>5</sub>	30	22	225	5.9
S.E.D.	1	1	13	0.5

The F<sub>1</sub> tuber yield was always better than its OP counterparts in both locations, but OP<sub>5</sub> was an outstanding TPS OP offspring for tuber yield and not significantly distinct –on average, for this characters than the F<sub>1</sub> hybrids. The effect of the heat stress was clear in the assessment at the warm location (San Ramón) (Table 3). The lower performance of the OP offspring in this location was accounted for by the start of tuberization rather than to plant survival. The results from this research suggest that selection within the breeding population for OP offspring with stable TPS performance may be feasible.

The parental sources were alike in the second experiment as revealed by its analysis of variance, which also indicated that the generations were significantly distinct for tuber yield, flowering intensity and duration. The F<sub>1</sub> and F<sub>1</sub> OP offspring were equal but better for tuber yield than S<sub>1</sub> and OP offspring (Table 4).

The generation-by-parental source interaction was only significant for tuber yield, because of the poor F<sub>1</sub> hybrid performance of one (C.223 LM86-B x C.241 LM86-B) out of the six TPS experimental breeding materials. A deeper analysis for each offspring confirmed these preliminary results, and suggested that the outstanding performance of the F<sub>1</sub> OP may be associated by residual heterozygosity in some offspring, while inbreeding depression in S<sub>1</sub> or OP may account for low yield in those offspring with poor performance for these generations. Selecting for offspring with outstanding F<sub>1</sub> OP allows other breeders to further select clones in this material or farmers to use this kind of offspring in potato production from TPS. Significant phenotypic correlations were observed between all characters except for pollen production (Table 5).

**Table 4**  
**Average performance for yield and other reproductive characteristics in hybrid, selfed and open pollinated (OP) offspring of six true potato seed parents**

Generation	TY	DF <sup>z</sup>	FI	FD	PP
F <sub>1</sub>	13.2	38	4.7	6.2	2.5
F <sub>1</sub> OP <sub>1</sub>	12.1	37	5.7	8.0	2.2
OP <sub>1</sub>	11.2	39	3.7	5.3	1.8
S <sub>1</sub>	9.3	38	4.3	6.0	2.5
S.E.D.	0.4	z	1.0	1.2	z

TY= tuber yield (t.ha<sup>-1</sup>), DF= days to flowering, FI= flowering intensity, FD= flowering duration, PP= pollen production

<sup>z</sup>Non-significant F-test among offspring

**Table 5**  
Phenotypic correlations among tuber yield (g.plant<sup>-1</sup>) and reproductive characteristics

Trait	DF	FI	FD	PP
Tuber yield	-0.420 (0.040)	0.688 (< 0.001)	0.478 (0.018)	0.203 (0.340)
Days to flowering (DF)		-0.491 (0.015)	-0.413 (0.044)	-0.015 (0.943)
Flowering intensity (FI)			0.728 (< 0.001)	0.213 (0.318)
Flowering duration (FD)				0.030 (0.888)
Pollen production (PP)				

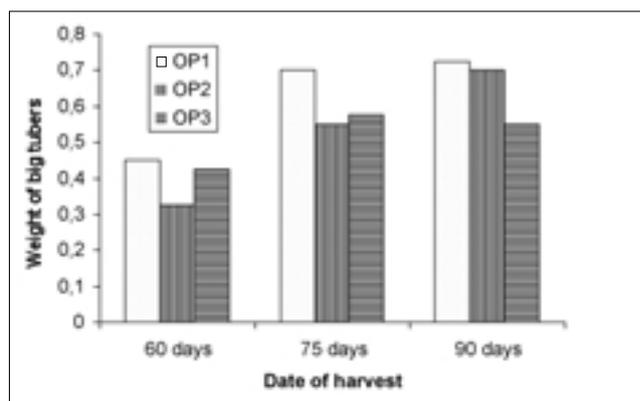
$P[\rho=0]$  indicated within brackets below correlation coefficient

The correlations between days to flowering and the other characters were negative, while those among the remaining traits (tuber yield, flowering intensity and duration) were positive. Hence, high tuber yielding offspring showed early flowering, which was also abundant and last for a long period.

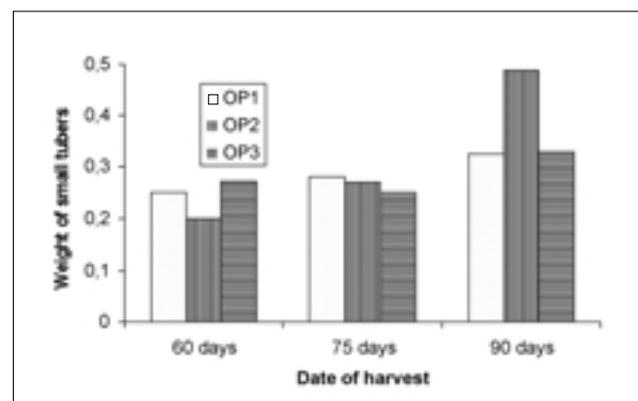
The date of harvested affected significantly the performance of the OP offspring in experiment 3. The OP

generation was only significant for weight of big tubers, which suggests that initiation of tuber bulking was slowed in advanced OP generations than in OP<sub>1</sub> when grown in the stressful hot environment of San Ramón but not in the cool highlands of Huancayo (Figure 1).

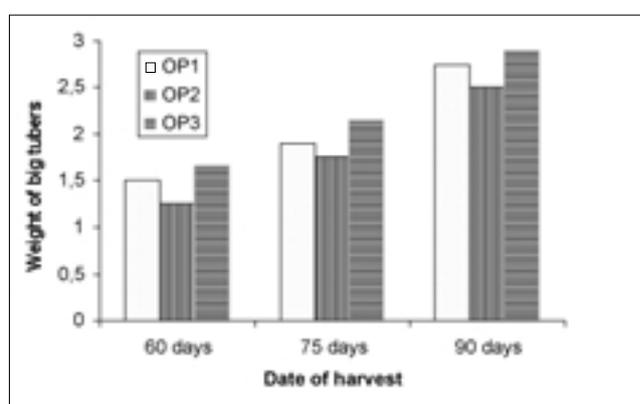
One single date harvest for all generations, therefore, may affect negative tuber yield in some OP genera-



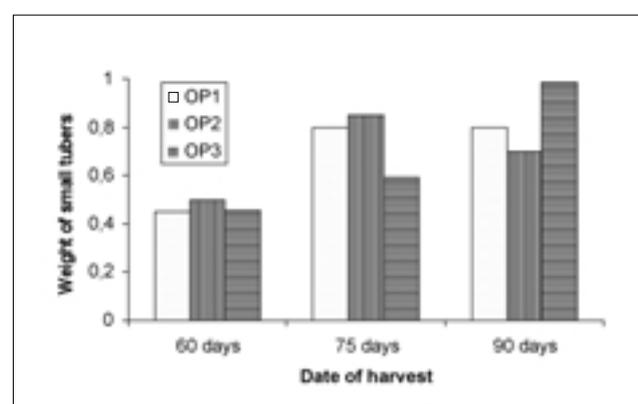
**A**



**A**



**B**

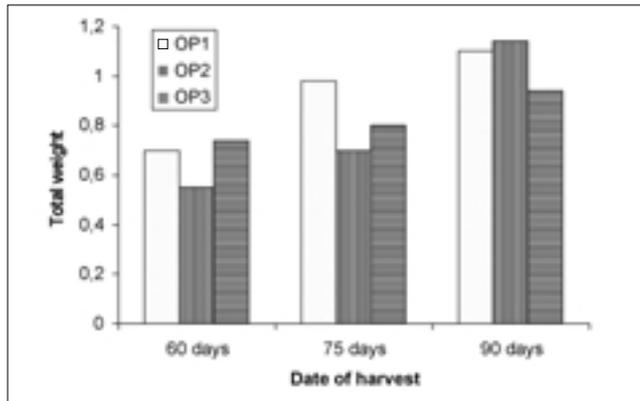


**B**

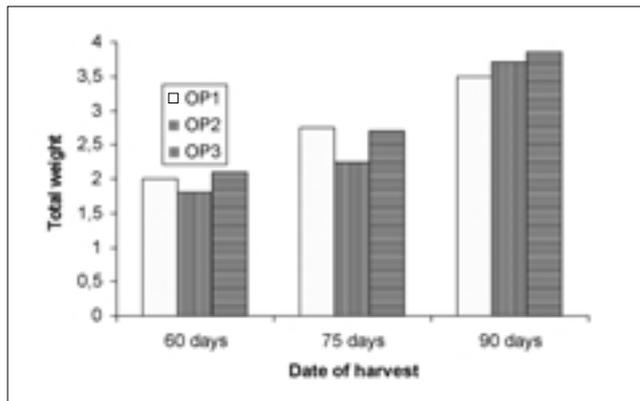
Figure 1: Weight of big tubers (kg) from OP<sub>1</sub> to OP<sub>3</sub> generations at three harvest dates (60, 75 and 90 days after planting): a. San Ramón, b. Huancayo. S.E.D.= 186 g.

Figure 2: Weight of small tubers (kg) from OP<sub>1</sub> to OP<sub>3</sub> generations (60, 75 and 90 days after planting): a. San Ramón, b. Huancayo. S.E.D.= 53 g.

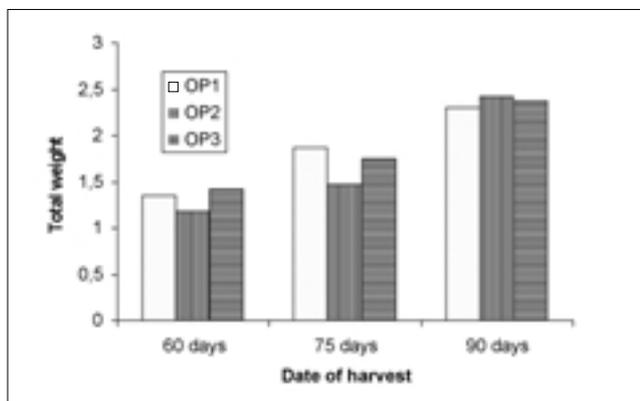
tions. Nonetheless, some offspring showed a stable tuber yield performance irrespective of the OP generation, making them a suitable material for TPS production by farmers –as shown by the non-significant interactions. The weight of small tubers –indicating late or slow bulking, was only affected significantly by the date of harvest but not by the genetic background or OP generation at both locations (Figure 2). The same was observed for total tuber yield in each or across both locations (Figure 3).



A



B



C

Figure 3: Tuber yield per plot (kg) from OP<sub>1</sub> to OP<sub>3</sub> generations (60, 75 and 90 days after planting): a. San Ramón, b. Huancayo, c. Combined. S.E.D.<sub>Location</sub>= 0.3 kg; S.E.D.<sub>Combined</sub>= 0.2 kg.

## Discussion

Outcrossing rates define the genetic structure of an OP offspring because they may result from selfing (if male fertile) and sib-mating because of pollination by bumblebees within rows of sibs. High outcrossing rates may lead to most of the OP offspring being hybrids (19). In potato high tuber yield ensues from multi-allelism per locus in locally adapted genotypes (18). Hence, ensuring hybrids in OP offspring will ensure high tuber yield, either by selecting early for seedling vigor in the nursery (9) or through a synthetic genotype ensuing from hybridizing at least two F<sub>1</sub> TPS sources (10). In tetrasomic polyploid potatoes, gamete phase disequilibrium between loci will not be completely removed after one generation of random mating, which leads to a temporary reduction of the genetic variability. Hence, higher tuber yield in advanced TPS OP generations (e.g. OP<sub>5</sub>) could occur because the offspring reached genetic equilibrium.

OP berry and seed set are correlated with pollen stainability because highly fertile male parents attract bumblebees (3), and hybrid plants had better seedling vigor, more flowers, high pollen stainability and large OP berry size (2, 7, 8), which suggest that through advancing OP generations, weak plants –ensuing from selfing or sib-mating, contributed less than hybrid plants to the next OP generation. Hence, advanced OP generations such as OP<sub>5</sub> could show high tuber yield, because of the heterozygosity remaining in the parental source (i.e., OP<sub>4</sub> plants from with OP<sub>5</sub> seeds were harvested).

The results from the first two experiments were not surprising because the F<sub>1</sub> hybrids were often the best for tuber yield. The poor tuber yield for only one F<sub>1</sub> hybrid in the second experiment could arise from inbreeding arising due to co-ancestry. Likewise, in the second experiment 2/3 TPS offspring the F<sub>1</sub> OP outyielded the OP from a single TPS parental source, which showed the advantage of the former multi-parent synthetic versus a uni-parental synthetic source resulting from both outcrossing and selfing. The rate of inbreeding in the multi-parent synthetic may be smaller because bumblebees may be attracted mostly by male fertile heterozygous plants shedding pollen, which is a trait significantly influenced by inbreeding depression (7, 8). These results support the advantage of synthetics ensuing from TPS offspring rather than a single clone for producing cheap OP TPS cultivars. The results also show the advances for tuber yield and key reproductive traits for producing OP TPS.

Selecting appropriate parental sources in the target environment and using them for producing multi-parent synthetics ensuing from OP of their F<sub>1</sub> generation may be one of the cheapest options for providing TPS cultivars to farmers in the developing world. This

approach may become more important in locations with labor shortage because, as indicated by Ortiz and Peloquin (22), most of the TPS costs are associated to hand emasculating and hybridization. True seed for commercial production of potato seems to be therefore an attractive option for environments where sustainable seed tuber systems are difficult because of pest pressure or lack of a steady supply of high quality tubers (1). However, to fully exploit its potential, potato breeders need to provide TPS cultivars that will not be only a cheap planting material but also fit well in the cropping systems. In the warm tropics the major constraints are stresses such as heat –which affects tuberization, and pests (viruses, fungi, bacteria) (17). In such an environment, potato cultivar needs an early emergence, fast rate of tuber bulking and early maturity for harvest (13), plus genes protecting the crop against pests to avoid unhealthy propagules. Likewise, early tuberizing potato shows vine earliness because of fast leaf senescence (24). Hence the breeding materials need to include these traits into any TPS cultivar to be commercially feasible (16). The breeding materials originally developed by CIP for the warm humid lowland tropics possess these characters, and hence they are an important source to develop further TPS cultivars either as hybrid or OP seeds. Furthermore, it appears that general combining ability linked to additive genetic variance accounts significantly for inheritance of earliness in potato under heat (4), which suggests that genetic gains through selection for this trait are warranted.

The results from the third experiment clearly show that although tuber yield may be affected by early harvest of late maturing genotypes in the warm tropics, there was enough genetic variation assembled in the breeding population that suitable cultivars (either hybrids or OP) with the needed early tuberization and fast tuber bulking may be obtained from such a population (29). Early maturing cultivars may also provide extra benefits for competing against weeds after transplanting and for environment where reliable water supply systems are not always available, particularly because TPS cultivars with fast tuber bulking can be grown at the peak of the rains.

## Conclusion

The cheapest material for TPS production are those derived from open pollination (14, 15), but tuber yields of OP TPS may be lower than those observed in hybrid seeds because they either result from selfing or sib-mating (2, 27). Inbreeding affects significantly tuber yield (9, 10, 25, 26) or pollen viability (3). Heterozygosity in the sporophyte affects however the gametophytic generation (21), which explains why tuber yield does not always decrease after successive OP generations (12). Selection of OP seedlings in the nursery according to its vigor may however yield a higher percentage of hybrid offspring thereby leading to higher tuber yields than in conventional OP TPS (9). Also a synthetic OP cultivar may provide a buffer against inbreeding (10), which clearly shows the potential of OP seed for potato production from true seed.

## Literature

- Almekinders C.J.M., Chilvers A.S. & Renia H.M., 1996, Current status of the TPS technology in the World. *Potato Res.* 39, 289-308.
- Arndt G.C. & Peloquin S.J., 1990, The identification and evaluation of hybrid plants among open pollinated true seed families. *Am. Potato J.* 67, 293-304.
- Arndt G.C., Rueda J.L., Kidane-Mariam H.M. & Peloquin S.J., 1990, Pollen fertility in relation to open pollinated true seed production in potatoes. *Am. Potato J.* 67, 499-505.
- Calua L.A. & Mendoza H.A., 1982, Inheritance of earliness in the autotetraploid potato. *Am. Potato J.* 59, 462 (abstract).
- Carpato D., Barone A., Consoli D. & Frusciantè L., 1994, Use of seedlings tubers from TPS in southern Italy. *Am. Potato J.* 71, 29-38.
- Golmirzaie A.M., Mendoza H.A., Vallejo R., Espinoza J. & Serquén F., 1991, Breeding potatoes for warm tropics. *In: Production, post-harvest technology and utilization of potato in the warm tropics.* Mauritius Sugar Industry Research Institute, Reduit, Mauritius. Pp. 12-21.
- Golmirzaie A.M., Bretschneider K. & Ortiz R., 1998b, Inbreeding and true seed in tetrasomic potato. II. Selfing and sib-mating in heterogeneous hybrid populations of *Solanum tuberosum*. *Theor. Appl. Genet.* 97, 1129-1132.
- Golmirzaie A.M., Atlin G.N., Iwanaga M. & Ortiz R., 1998a, Inbreeding and true seed in tetrasomic potato. I. Selfing and open pollination in Andean landraces (*Solanum tuberosum* Gp. *Andigena*). *Theor. Appl. Genet.* 97, 1125-1128.
- Golmirzaie A.M. & Ortiz R., 2002a, Inbreeding and true seed in tetrasomic potato. III. Early selection for seedling vigor in open pollinated populations. *Theor. Appl. Genet.* 104, 157-160.
- Golmirzaie A.M. & Ortiz R., 2002b, Inbreeding and true seed in tetrasomic potato. IV. Synthetic cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 104, 161-164.
- Golmirzaie A.M., Ortiz R. & Serquén F., 1990a, Genética y mejoramiento de la papa mediante semilla (sexual). Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú.
- Golmirzaie A.M., Serquén F. & Ortiz R., 1990b, Evaluación de tres generaciones de polinización libre de semilla sexual de papa en dos localidades. *Revista Latinoamericana de Papa*, 3, 13-19.
- Hay R.K.M. & Allen E.J., 1978, Tuber initiation and bulking in the potato under tropical conditions: the importance of soil and air temperature. *Trop. Agric.* 55, 289-296.
- Kidane-Mariam H.M., Arndt G.C., Macaso-Kwaja A.C. & Peloquin S.J., 1985, Comparisons between 4x x 2x hybrid and open-pollinated true-potato-seed families. *Potato Res.* 28, 35-42.
- Macaso-Kwaja A.C. & Peloquin S.J., 1985, Tuber yields of families from open-pollinated and hybrid true potato seed. *Am. Potato J.* 60, 645-651.
- Mendoza H.A., 1987, Advances in population breeding and its potential impact on the efficiency of breeding potatoes for the developing countries. *In: Jellis J.G. & Richardson, E.D. (Eds.), The production of new potato varieties – technological advances.* Cambridge Univ. Press, Cambridge. Pp. 235-246.

17. Mendoza H.A., 1982, Development of lowland tropic populations. *In: Utilization of the genetic resources of the potato III*. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. Pp. 40-53.
18. Ortiz R., 1998, Potato breeding via ploidy manipulations. *Plant Breed. Rev.* 16, 15-86.
19. Ortiz R., 1997, Breeding for potato production using true seed. *Plant Breed. Abstracts*, 67, 1355-1360.
20. Ortiz R. & Golmirzaie A.G., 2004. Genotype by environment interaction and selection in true potato seed breeding. *Exp. Agric.* 40: in press.
21. Ortiz R. & Peloquin S.J., 1994, Effect of sporophytic heterozygosity on the male gametophyte of the tetraploid potato (*Solanum tuberosum*). *Ann. Botany*, 73, 61-64.
22. Ortiz R. & Peloquin S.J., 1991, A new method of producing inexpensive 4 x hybrid true potato seed. *Euphytica*, 57, 103-108.
23. Pallais N., 1986, One potato, two potato, three potato ... True Potato Seed TPS Letter, 2, 1-3.
24. Sattelmacher B., 1983, Physiological aspects of the adaptation of potato to the hot humid tropics. *In: Shideler F.S. & Rincón H.J. (Eds.), Proceedings of the sixth symposium of the International Society for Tropical Root Crops*. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. Pp. 465-469.
25. Schonnard G.C. & Peloquin S.J., 1991a, Performance of true potato seed families. 1. Effect of inbreeding. *Potato Res.* 34, 397-407.
26. Schonnard G.C. & Peloquin S.J., 1991b, Performance of true potato seed families. 2. Comparison of transplants versus seedlings. *Potato Res.* 34, 409-418.
27. Simmonds N.W., 1997, A review of potato propagation by means of seed, as distinct from clonal propagation by tubers. *Potato Res.* 40, 191-214.
28. Singh J., Pande P.C., Grewal J.S. & Singh J., 1994, 'MST-1' – a potential open-pollinated TPS line. *In: Shekhawat G.S., Khurana S.M.P., Pandey S.K. & Chandla V.K. (Eds.), Proceedings National Symposium, Modipuram, India, 1-3 March 1993*. Indian Potato Association, Shimla, India. Pp. 30-33.
29. Thompson P.G. & Mendoza H.A., 1984, Genetic variance estimates in a heterogeneous potato population propagated from true seed (TPS). *Am. Potato J.* 61, 697-702.

A.M. Golmirzaie, Iranian, PhD Plant Breeding, Director of Agriculture/Biotechnology Division, Mountain System Inc., 2204 Tall Oaks Dr., Ste A, Fayetteville, Arkansas 72703, USA.

Susana Buendía, Peruvian, Ing. Agr., President, Paraíso Inka, Calle Ares 165, Olimpo Salamanca, Lima 3, Perú.

J. Espinoza, Peruvian, MSc Plant Breeding, Centro Internacional de la Papa, Apartado 1558, Lima 12, Perú.

R. Ortiz, Peruvian, PhD Plant Breeding & Genetics, IITA c/o Lambourn Ltd. (UK), Carolyn House, 26 Dingwall Road, Croydon, CR9 3EE, England, UK. Author to whom the correspondence should be addressed.

## AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

## BERICHT

Wij herrineren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar U zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.

# Optimisation du greffage pour trois espèces fruitières de cueillette des zones sahélo-soudaniennes: *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* et *Tamarindus indica*

P. Soloviev<sup>1,2\*</sup> & A. Gaye<sup>3</sup>

Keywords: Grafting- Gathered fruits- *Balanites aegyptiaca*- *Detarium senegalense*-*Tamarindus indica*- Senegal

## Résumé

*Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* et *Tamarindus indica* sont trois espèces forestières produisant des fruits de cueillette appréciés par les populations sahélo-soudaniennes. Leur pulpe est consommée fraîche ou transformée (boissons). Pour lutter contre la diminution de la ressource en fruits de cueillette et l'érosion génétique, un programme de domestication est en cours d'exécution au Sénégal. Il vise à sélectionner et à cloner des arbres au phénotype supérieur en vue de leur diffusion aux populations locales. Des essais ont été conduits afin de mettre au point et d'optimiser les techniques de greffage adaptées à ces espèces. Les facteurs testés ont été l'âge de l'ortet, la période de greffage ainsi que le type de greffe. Les dates optimales de greffage ont été définies: fin de saison sèche pour *D. senegalense*, en cours d'hivernage pour *B. aegyptiaca*, début de saison sèche pour *T. indica*. Pour les trois espèces, les greffes de rameaux en position terminale (fente terminale et anglaise simple) ont donné des résultats supérieurs aux autres types. Une relation étroite entre les pourcentages de reprise du matériel juvénile et ceux du matériel mature a été établie.

La diffusion de ces techniques ne pourra toutefois pas être envisagée sans l'application préalable de protocoles de rajeunissement du matériel mature.

## Summary

**Optimization of Grafting for Three Gathered Fruit Species of Sahelo-Sudanese Areas: *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* and *Tamarindus indica***

*Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* and *Tamarindus indica* are three forest species producing fruits traditionally picked and much enjoyed by Sahelo-Sudanese populations.

They consume the pulp either fresh or transformed into drinks. To struggle against the diminishing resources of gathered fruits as well as the genetic erosion, a domestication program is being carried out in Senegal. It aims at selecting and cloning trees of a superior phenotype before introducing them into local populations. Some tests have been tried out so as to develop and optimise techniques of grafting adapted to these species. The tested factors have been the age of the source plants, the time for grafting, as well as the type of graft. The best dates to graft have been defined as follows: end of dry season for *D. senegalense*, during rainy season for *B. aegyptiaca*, beginning of dry season for *T. indica*. For these three species the apical grafts (cleft graft and splice graft) gave better results than other types. A narrow relationship has been established between the survival percentage of juvenile and mature materials. However, the development of these techniques is not to be taken into consideration without the preliminary application of protocols concerning the rejuvenation of mature material.

## Introduction

Le dattier du désert (*Balanites aegyptiaca* (L.) Del.), le détart du Sénégal (*Detarium senegalense* Gmel.) et le tamarinier (*Tamarindus indica* L.) sont des espèces fruitières de cueillette présentes dans l'ensemble de l'Afrique tropicale. Rares dans certaines zones, elles

peuvent être communes et grégaires dans d'autres (1). Au Sénégal, ces espèces connues sous les noms vernaculaires ouolof de «somp» pour le *B. aegyptiaca*, de «ditakh» pour le *D. senegalense* et de «dakkar» pour le *T. indica* fournissent des fruits parmi les

<sup>1</sup> Coopération A.P.E.F.E. Wallonie-Bruxelles, B.P. 6279 Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup> Centre de Formation Professionnelle Horticole, B.P. 3284 Dakar, Sénégal.

<sup>3</sup> Institut Sénégalais de Recherches Agricoles / Centre National de Recherche Forestière, B.P. 2312, Dakar, Sénégal.

\* Adresse de correspondance: P. Soloviev, Coopération A.P.E.F.E. Wallonie-Bruxelles, Rue Jaafar Assadik, 4, Rabat Agdal, Maroc. Tél. : +212-37-67-40-87 / Fax : +212-37-67-40-94. Courrier : pierre.soloviev@menara.ma

Reçu le 24.11.03. et accepté pour publication le 18.05.04.

plus estimés par les populations locales (3, 4). Ils procurent une pulpe consommée à l'état frais, appréciée pour son goût acidulé à sucré pour le ditakh et le dakkar, douce-amère pour le soump (2, 11). Sur le plan nutritionnel, la pulpe du dakkar possède les teneurs les plus élevées de tous les fruits en protéines, glucides et éléments minéraux (8), le ditakh étant pour sa part le plus riche en vitamine C parmi les fruits de cueillette africains (6). La pulpe de ces espèces fait par ailleurs l'objet de diverses transformations traditionnelles notamment sous la forme de boissons désaltérantes (15, 16).

Afin de contrecarrer la raréfaction de la ressource en fruits de cueillette ainsi que l'érosion de la diversité génétique de ces espèces, un programme de domestication est en cours d'exécution au Sénégal. Il vise la sélection et le clonage d'arbres «plus», au phénotype supérieur, en vue de leur diffusion aux populations. Cette démarche implique la mise au point de techniques de propagation végétative, dont la faible technicité permettra un transfert aisé aux populations, comme suggéré par Leakey *et al.* (10). A ce propos, le greffage semble plus intéressant que le marcottage ou le bouturage, notamment par le fait que la période juvénile précédant l'entrée en production fruitière est sensiblement réduite (9). A notre connaissance, aucune recherche n'a été conduite à ce jour sur la multiplication par greffage du *Detarium senegalense*. Par contre, des essais préliminaires ont permis de démontrer, malgré des résultats modestes, la faisabilité du greffage pour *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica* dans les conditions africaines (5). L'objet de cet article est de relater les résultats obtenus dans la mise au point du greffage pour *Detarium senegalense* et l'optimisation de cette technique pour *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*. Les paramètres testés ont été l'âge de l'ortet sur lequel ont été prélevés les greffons, la période de greffage ainsi que le type de greffe.

## Matériel et méthodes

Les essais de greffage ont été menés dans la pépinière centrale du C.N.R.F. à Dakar-Hann, entre mai 2002 et juillet 2003.

Les sujets porte-greffe ont été semés en juillet 2001 et élevés en gaines de polyéthylène de 5 litres contenant un mélange de sable blanc et de terre humifère (2/1, v/v).

Pour le greffage, les facteurs étudiés ont été:

- l'âge de l'ortet, avec deux niveaux:
  - (i) matériel juvénile: les greffons ont été prélevés sur les sujets porte-greffe eux-mêmes en évitant de pratiquer des auto-greffes,
  - (ii) matériel prélevé sur des arbres adultes: le bois de greffe a été prélevé sur des arbres matures

ayant déjà fructifié, âgés de 35 ans pour *D. senegalense*, de 25 ans pour *T. indica* et d'âge indéterminé pour *B. aegyptiaca*. Ils sont situés dans le Parc de Hann pour *D. senegalense* et *B. aegyptiaca* et dans la station de recherche forestière de Bandia pour *T. indica*.

- la période de greffage, avec quatre niveaux:
  - (i) fin de saison sèche (mai),
  - (ii) début de saison des pluies (juillet),
  - (iii) fin de saison des pluies (septembre),
  - (iv) début de saison sèche (novembre).
- le type de greffe (9), avec quatre niveaux:
  - (i) greffe en fente terminale,
  - (ii) greffe anglaise simple,
  - (iii) greffe en placage de côté,
  - (iv) greffe en tranche (chip budding).

Après exécution de la greffe, les greffons ont été enveloppés d'un ruban de polyéthylène et les parties à nu enduites de mastic à greffer. Les plantes greffées ont ensuite été disposées sous ombrière. Pour les greffes en placage de côté ainsi que les greffes de tranche, la partie du sujet porte-greffe située au-dessus du point de greffe a été rabattue quinze jours après la réalisation des greffes.

Pour chaque facteur et chaque niveau de traitement, l'effectif a varié de 12 à 21 individus. La réussite du greffage, caractérisée par la soudure du greffon et le débourrement de ses bourgeons, a été évaluée après deux mois. L'analyse statistique a été réalisée par le test  $\chi^2$  d'indépendance et a porté sur les fréquences observées. Le niveau de signification a été fixé à  $P < 0,05$ ; si l'hypothèse d'indépendance est rejetée, elle est notée «S», sinon elle est notée «NS».

## Résultats et discussion

L'expérimentation portant sur la période optimale de greffage, dont les résultats figurent au tableau 1, indique que pour le *B. aegyptiaca* le meilleur taux de reprise des greffes est obtenu pour les greffages réalisés durant la saison des pluies soit de juillet à septembre, que ce soit pour le matériel juvénile ou le matériel adulte.

Par contre pour le *D. senegalense*, que l'on greffe du matériel juvénile ou du matériel mature, la période optimale correspond à la fin de la saison sèche (mai). Le greffage de matériel juvénile de *T. indica* produit des résultats satisfaisants et non significativement différents depuis le mois de juillet jusqu'au mois de novembre. Néanmoins, les résultats les plus élevés sont observés pour les greffages réalisés au mois de novembre, tout comme pour le matériel adulte de *T. indica* dont les taux de réussite, bien que faibles,

Tableau 1

Effets de l'espèce, de l'âge des ortets et de la période de greffage sur le pourcentage de reprise des greffes, tous types de greffes confondus (les effectifs totaux par traitement figurent entre parenthèses)

Espèce	Age des ortets	Période de greffage				$\chi^2$
		Fin de saison sèche	Début de saison des pluies	Fin de saison des pluies	Début de saison sèche	
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Juvenile	4 (48)	36 (56)	51 (57)	n.r.	26,4 S
	Adulte	2 (48)	21 (56)	12 (56)	4 (56)	14,2 S
<i>Detarium senegalense</i>	Juvenile	36 (42)	7 (56)	17 (58)	n.r.	13,5 S
	Adulte	18 (44)	5 (56)	2 (56)	4 (42)	11,2 S
<i>Tamarindus indica</i>	Juvenile	5 (84)	38 (84)	35 (85)	44 (63)	35,7 S
	Adulte	4 (85)	4 (84)	2 (84)	12 (84)	9,7 S

n.r.: non réalisé

sont significativement supérieurs à cette période par rapport aux autres périodes testées.

Il est généralement admis que le greffage des espèces ligneuses nécessite de disposer de bois de greffe suffisamment aoûté (9). En effet, les tissus herbacés fournissent des greffons de faible qualité car peu pourvus en hydrates de carbone de réserve et dotés de mécanismes de limitation des pertes en eau peu efficaces. Pour les trois espèces étudiées, la phase active de végétation débute au Sénégal entre avril et juin pour s'achever en décembre-janvier. Si pour le dattier du désert et le tamarinier les dates optimales de greffage correspondent à celles où le bois est aoûté, il n'en est pas de même pour le détart du Sénégal pour lequel les taux de reprise des greffes les plus élevés ont été enregistrés peu de temps après le débournement alors que les pousses sont à ce stade relativement herbacées. La différence de comportement observée entre ces espèces implique que pour la mise au point du greffage il importe de tester les techniques à différentes périodes, tout au long de la phase de croissance végétative de l'arbre.

Les résultats repris au tableau 2 montrent, pour la période optimale propre à chaque espèce et à chaque âge d'ortet, l'influence du type de greffe sur les pourcentages de réussite.

Pour le matériel juvénile issu des trois espèces étudiées, les pourcentages les plus élevés s'échelonnent dans une fourchette étroite comprise entre 69 et 73%, la greffe en fente terminale donnant de bons résultats pour *B. aegyptiaca* et *T. indica*, la greffe anglaise simple s'appliquant avec succès au *D. senegalense*. Concernant le greffage de matériel mature de *B. aegyptiaca*, la greffe en fente terminale et la greffe anglaise simple ne donnent pas des résultats significativement différents ( $\chi^2 = 1,5$  avec 1ddl), les données observées n'étant par ailleurs pas différentes de celles précédemment enregistrées par Danthu et Soloviev (5). Pour le *D. senegalense*, le bois issu de sujets adultes peut être greffé avec un succès relatif par la greffe anglaise simple. Enfin, pour le matériel provenant de sujets adultes de *T. indica*, il n'a pas été constaté de différences significatives entre les différents types de greffe testés bien que la fente terminale pro-

Tableau 2

Effets de l'espèce, de l'âge des ortets et du type de greffe sur le pourcentage de reprise des greffes, pour chaque période optimale de greffage (les effectifs totaux par traitement figurent entre parenthèses)

Espèce	Age des ortets	Période optimale de greffage	Type de greffe				$\chi^2$
			Fente terminale	Anglaise simple	Placage de côté	Tranche (chip-budding)	
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Juvenile	Saison des pluies	69 (29)	57 (28)	4 (28)	4 (28)	45,9 S
	Adulte	Saison des pluies	18 (28)	32 (28)	0 (27)	0 (29)	18,6 S
<i>Detarium senegalense</i>	Juvenile	Fin de saison sèche	n.r.	71 (14)	36 (14)	0 (14)	15,6 S
	Adulte	Fin de saison sèche	n.r.	43 (14)	14 (14)	0 (16)	9,4 S
<i>Tamarindus indica</i>	Juvenile	Début de saison des pluies jusqu'au début de saison sèche	73 (64)	52 (63)	16 (63)	0 (42)	77,8 S
	Adulte	Début de saison sèche	24 (21)	14 (21)	10 (21)	0 (21)	5,9 NS

n.r.: non réalisé

duise les meilleurs résultats, en conformité avec les observations effectuées dans des essais antérieurs (5). Hormis ceux-ci, les seules données disponibles dans la littérature concernent le greffage de *T. indica* (12, 13). Toutefois, les comparaisons sont malaisées dans le sens où l'âge du matériel greffé n'est généralement pas précisé alors que comme l'ont démontré Danthu et Soloviev (5), la reprise des greffes est inversement proportionnelle à l'âge des ortets. Pour les trois espèces, les greffes en placage de côté ont présenté des résultats plus faibles que celles en fente terminale et anglaise simple, les greffes en tranche (chip-budding) donnant pour leur part des taux de reprise quasiment nuls. Il ressort de cette expérimentation que les greffes de rameaux en position terminale (fente terminale, anglaise simple) donnent pour ces espèces de meilleurs résultats que la greffe de rameau en position latérale (placage de côté) et surtout que la greffe d'œil (greffe en tranche). Pour *Tamarindus indica*, la supériorité des greffes de rameaux en position terminale sur la greffe d'œil est confirmée par les travaux de Ramirez *et al.* (13) mais infirmée par ceux de Pathak *et al.* (12) qui rapportent des taux de reprise de 94 à 96% pour les greffes d'yeux.

La figure 1 fait apparaître, pour chaque espèce et selon le type de greffe, la relation entre les pourcentages de reprise des greffes de matériel juvénile et ceux de matériel adulte.

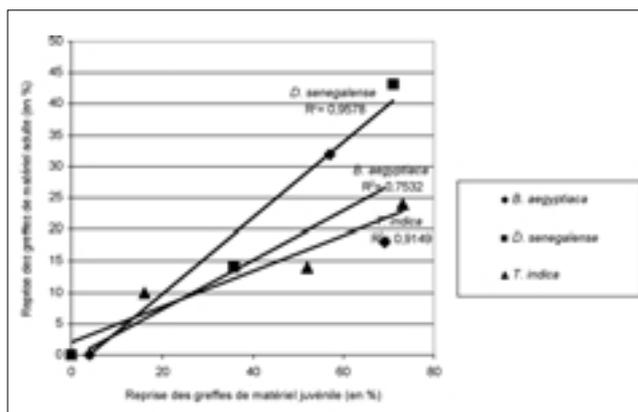


Figure 1: Relation entre la reprise des greffes de matériel juvénile et celle de matériel adulte pour les différents types de greffage appliqués à *B. aegyptiaca*, *D. senegalense* et *T. indica*.

Les valeurs élevées des coefficients de détermination indiquent une relation étroite entre ces variables. Dès lors, la mise au point de la technique de greffage pour une espèce peut être réalisée avec du matériel juvénile, avant d'être transposée au greffage de matériel mature. Ceci permet de simplifier notablement les protocoles de mise au point des techniques de greffage et d'alléger les opérations de collecte de matériel mature, ce dernier se trouvant être parfois très éloigné de la pépinière de greffage.

## Conclusions

Nos résultats confirment et complètent les observations réalisées précédemment par Danthu et Soloviev (5). Ils permettent d'optimiser la technique de greffage appliquée à ces trois espèces fruitières de cueillette en définissant les périodes favorables de greffage et les types de greffes assurant les taux de reprises les plus élevés.

Concernant les périodes optimales de greffage, il apparaît que la fin de la saison sèche convient mieux au *D. senegalense*, la saison des pluies au *B. aegyptiaca* et le début de la saison sèche au *T. indica*, que ce soit pour le matériel juvénile ou pour le matériel issu d'arbres matures. Il semble donc que la détermination de la période optimale de greffage pour une espèce ne réponde pas à une règle précise et que seule l'expérimentation à différentes périodes permette de la définir. Pour les types de greffe, nos travaux ont permis de confirmer pour ces espèces la supériorité des greffes de rameaux en position terminale (greffe en fente terminale, greffe anglaise) comparativement à la greffe de rameau en position latérale et à la greffe d'œil. Ils conduisent également à valider le constat d'une meilleure réactivité au greffage du matériel juvénile par rapport au matériel mature, indiquant par ailleurs que le bois issu de jeunes plants est greffé avec un taux de réussite d'environ 70% pour les trois espèces étudiées. Il ressort enfin qu'une relation étroite existe entre le pourcentage de reprise des greffes de matériel juvénile et celui des greffes de matériel mature, permettant de simplifier le protocole de mise au point du type de greffe en le limitant au greffage de matériel juvénile.

Néanmoins, pour les trois espèces étudiées les pourcentages de reprise des greffes de matériel mature sont trop modestes que pour permettre d'envisager dans l'immédiat une diffusion de cette technologie auprès des populations. Une voie d'amélioration de ces techniques passe par l'application au matériel mature de protocoles de rajeunissement utilisant le greffage en cascade *in vivo* ou *in vitro*, ainsi que suggéré par divers auteurs (7, 14). Les données recueillies au cours de nos travaux se révèlent être utiles dans le cadre de l'application de protocoles de rajeunissement *in vivo*. Dès lors, que du matériel mature issu de sujets sélectionnés avec l'aide des populations aura été rajeuni, il pourra être envisagé de le diffuser aux populations afin qu'elles en assurent la propagation par la mise en œuvre de méthodes de multiplication à faible technicité.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à adresser leurs remerciements au personnel de l'I.S.R.A./C.N.R.F., en particulier Térance Manga, Ibou Coly, Abdou Sarr et Cheikh Sall pour l'appui technique fourni dans la réalisation des

expérimentations. Ces recherches ont bénéficié de l'appui du projet «Domestication et valorisation des fruitiers forestiers au Sénégal» soutenu par le Fonds National de la Recherche Agricole et Agro-alimentaire

(F.N.R.A.A.) ainsi que du projet «Application des techniques *in vitro* à l'amélioration d'espèces fruitières» soutenu par la Région wallonne de Belgique.

### Références bibliographiques

1. Arbonnier M., 2002, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'ouest, CIRAD (Montpellier) et Muséum national d'histoire naturelle (Paris), France.
2. Baumer M., 1995, Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale, Enda-Editions, Dakar, Sénégal.
3. Becker B., 1983, The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal), *Agroforest. Syst.* 1, 257-267.
4. Bergeret A. & Ribot J.C., 1990, L'arbre nourricier en pays sahélien, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, France.
5. Danthu P. & Soloviev P., 2000, Propagation par greffage de trois espèces forestières fruitières des zones tropicales sèches: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*, *Le Flamboyant*, 53, 22-24.
6. Favier J.C., Ireland-Ripert J., Laussucq C. & Feinberg M., 1993, Répertoire général des aliments. Tome 3. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique, Tec & Doc Lavoisier, INRA, Orstom, Paris, France.
7. Franclet A., Boulay M., Bekkaoui F., Fouret Y., Verschoore-Martouzet B. & Walker N., 1987, Rejuvenation, pp 232-248. *In*: J.M. Bonga & D.J. Durzan (editors), Cell and tissue culture in forestry. Volume 1. General principles and biotechnology. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, Netherlands.
8. Grollier C., Debien C., Dornier M. & Reynes M., 1998, Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin, *Fruits*, 53, 271-280.
9. Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T. & Geneve R.T., 1997, Plant propagation: principles and practices. Prentice Hall (ed.) Englewood Cliffs, New Jersey.
10. Leakey R.R.B., Mesen J.F., Tchoundjeu Z., Longman K.A., Dick J., Newton A., Matin A., Grace J., Munro R.C. & Muthoka P.N., 1990, Low technology techniques for vegetative propagation of tropical trees, *Commonwealth Forestry Review*, 69, 247-257.
11. Maydell H.J. von, 1992, Arbres et arbustes du Sahel, GTZ, Eschborn, Allemagne.
12. Pathak R.K., Ojha C.M. & Dwivedi R., 1991, Adopt patch budding for quicker multiplication in tamarind. *Indian Horticulture*, 36, 17.
13. Ramirez L., Montesinos A. & Guzman L., 1986, Comportamiento de metodos de injerto en la propagacion asexual del tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en Piura, Peru, *Turrialba*, 36, 99-104.
14. Siniscalco C. & Pavolettoni L., 1988, Rejuvenation of *Eucalyptus x trabutii* by successive grafting, *Acta horticultrae*, 227, 98-100.
15. Szolnoki T.W., 1985, Food and fruit trees of Gambia, Hamburg, Federal Republic of Germany. Shiftung Walderhatung in Afrika.
16. Vivien J. & Faure J.J., Fruitiers sauvages d'Afrique (espèces du Cameroun), Nguila-Kerou (éd.), Clohars Carnoet, France, 1996.

P. Soloviev, Belge, Ingénieur agronome, Chercheur en domestication d'espèces fruitières de cueillette. Coopération APEFE Wallonie-Bruxelles, Centre de Formation Professionnelle Horticole, Dakar, Sénégal.

A. Gaye, Sénégalais, Généticien forestier, Chef du Centre National de Recherche Forestière/ Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Dakar, Sénégal.

# Dynamique de la filière viande de brousse dans la partie continentale du Rio Muni en Guinée équatoriale

Marielle Puit, A. Huart, P. Leroy<sup>1</sup> & I. Njikam Nsangou\*

Keywords: Bush meat- Snaring- Gun- Hunting- Monte Alen National Park- Equatorial Guinea

## Résumé

*Cette étude est relative à la filière viande de brousse en provenance des centres urbains proches du Parc National de Monte Alen en Guinée équatoriale. Une enquête de 8 semaines sur le marché de Mundoasi, l'un des deux principaux marchés de la ville de Bata, a permis d'inventorier quelques 4.328 carcasses d'animaux sauvages, représentant une biomasse d'environ 22.600 kg. Au total, 48 espèces animales dont 14 interdites officiellement de chasse sont concernées. Les mammifères constituent 91,87% des animaux avec 3 ordres dominants, les artiodactyles (37,7%), les primates (28,6%) et les rongeurs (18%). Les céphalophes, les athérures et les cercopithèques sont les plus représentés. Les districts de Niefang, de Bata et d'Evinayong sont les sources principales de ravitaillement. On constate que la chasse au fusil devient très importante, suivi du piégeage, méthode qui induit beaucoup de perte. Bien que cette spéculation soit en pleine croissance, des signes de raréfaction faunique sont perceptibles et laissent penser à une surexploitation des ressources. Dans le cadre de la gestion du Parc National de Monte Alen, cette étude met en évidence l'effet positif de cette zone protégée comme réservoir de faune pour les zones de chasse périphériques.*

## Summary

### Dynamic of Bush Meat Networks in the Continental Region of Rio Muni in Equatorial Guinea

*The aim of this study was to do surveys about bush meat networks around urban centers near the Monte Alen National Park in Equatorial Guinea. During 8 weeks, in the Mundoasi market, one of two principal markets of Bata, 4328 wild animal carcasses have been indexed, representing 22,600 kg of biomass. A total of 48 animals species have been identified, including 14 which hunting are prohibited. The mammals represent 91.87% of total number with 3 dominant orders, ungulates (37.7%), primates (28.6%) and rodents (18%). The duiker (*Cephalophus*), the African Brush-tailed Porcupine and Guenon are the most important. The district of Niefang, Bata and Evinayong are the principal sources of supply. Hunting with gun becomes very important, follow by snaring, a very wasteful method. Despite that this business squarely growth, signs of wildlife decrease are perceptible, showing evidence of overexploitation. As far as Monte Alen National Park is concerned, this study shows the positive effects of this protected area as wildlife reservoir for peripheral hunting zones.*

## Introduction

La faune sauvage d'Afrique centrale constitue la source principale de protéine dans le régime alimentaire des peuples forestiers (19, 20, 26). En effet, les populations d'Afrique centrale ont toujours pratiqué une chasse coutumière d'autosubsistance. Celle-ci occupe une place importante au sein de l'organisation économique et culturelle de ces sociétés forestières (16). Cependant, depuis plusieurs années, on assiste à une évolution profonde de cette activité traditionnelle avec l'implantation des exploitations forestières, qui a pour corollaire l'ouverture des routes et pistes, la croissance démographique et l'installation de véritables villes en forêt. Les techniques de chasses ont évolué, conduisant dans les pays d'Afrique centrale à

l'émergence d'une chasse commerciale afin de satisfaire la demande des marchés urbains (4, 6). De plus, vu la conjoncture économique liée à la chute des prix des principales cultures de rente destinées à l'exportation, la vente de gibier constitue, dans de nombreuses régions, la principale ressource monétaire pour les habitants de la forêt (13).

Malgré la création de parcs nationaux comme réservoir de faune ainsi que la mise en place d'une législation régissant l'exploitation de la faune sauvage, une surexploitation des ressources fauniques est observée (22, 23), entraînant une réelle menace pour la survie des différentes espèces animales d'intérêt cynégétique. Les quantités de viande offertes sur les

<sup>1</sup> Institut Vétérinaire Tropical, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège, 4000 Liège, Belgique.

\*Auteur correspondant: Njikam Nsangou I., [i.njikam@ulg.ac.be](mailto:i.njikam@ulg.ac.be).

Reçu le 13.04.04. et accepté pour publication le 07.06.04.

marchés des villes ne semblent pas diminuer car les zones de chasses s'étendent toujours plus loin, souvent au détriment des parcs nationaux (13). Pour les gestionnaires de ces parcs nationaux, il est d'un intérêt majeur d'élucider les filières de commercialisation de la viande de brousse depuis le lieu d'extraction jusqu'à la destination finale. Sachant que les marchés des grandes villes constituent les principaux points de vente (10, 11), des investigations en ces lieux sont donc essentielles à l'étude de la chasse commerciale. Notons que plus de 70% de la population équato-guinéenne vit en zone rurale et dépend de la chasse commerciale ou de subsistance. Le niveau de consommation de la viande de brousse en Guinée équatoriale est élevé (8). Les objectifs de cette étude étaient de décrire et de quantifier la commercialisation de la viande de brousse dans la ville de Bata dans le cadre du programme ECOFAC<sup>1</sup> qui gère depuis 1992 le Parc National de Monte Alen (PNMA) en Guinée Equatoriale et de proposer des solutions de rechange possibles à cette activité.

## Matériel et méthodes

La Guinée équatoriale est un petit pays (28.051 km<sup>2</sup>) d'Afrique centrale, comprenant 5 îles réparties dans le golfe de Guinée et une région continentale ou Rio Muni. Dans cette partie continentale, le climat est de type équatorial mais avec deux saisons sèches bien marquées, de juin à mi-septembre et de décembre à mi-février. La pluviométrie moyenne est de  $\pm 2.500$  mm/an, un taux d'humidité variant de 80 à 90% toute l'année et une température moyenne annuelle de 25 °C. La forêt dense humide tropicale est le principal couvert végétal qui couvre trois entités géographiques distinctes du Rio Muni, une zone littorale sur sol sableux de  $\pm 30$  km, suivi de la cordillère de Niefang dont l'altitude varie entre 400 et 1.350 m et enfin, les plateaux intérieurs de 600 à 700 m d'altitude. Bata, située sur la côte, est la principale ville du Rio Muni avec  $\pm 60.000$  habitants.

Les données analysées dans ce travail sont issues d'une enquête réalisée sur le marché de Mundoasi, l'un des plus grands de la ville de Bata, durant 8 semaines, du 7 avril au 30 mai 2003 (Photo 1).

La viande de brousse y est vendue tous les jours sur 18 tables où sont exposés les animaux et produits. Une fiche d'enquête établie à cet effet a permis de récolter les informations résumées dans le tableau 1.

Deux enquêteurs travaillaient chaque jour dans le marché, assisté d'une coordinatrice qui vérifiait et encodait les fiches tous les soirs. Une évaluation quotidienne permettait de confirmer les enregistrements,

<sup>1</sup> Programme de conservation et d'utilisation rationnelle des écosystèmes d'Afrique Centrale, financé par le fonds européen de développement, géré par la commission européenne et mis en œuvre avec l'appui de l'assistance technique fournie par le Groupement AGRECO-SECA-CIRAD forêt.



Photo 1: Marché de Bata.

Tableau 1

### Principales informations sur les fiches d'enquêtes

Nom de l'espèce	
Nombre de spécimen	
Variables enregistrées	Types d'informations
N° de table	1 à 18
N° vendeuse	1 à 20
Provenance	Districts, villes
Méthode de capture	Pièges, fusils ou manuelles
Age	Jeunes ou adultes
Sexe	Mâles ou femelles
Etat à l'achat	Mort ou vivant, entiers ou morceaux
Etat à la vente	Frais ou fumés

notamment la transposition des noms vernaculaires et la cohérence des encodages.

Afin de faciliter l'identification rapide des provenances des animaux, un numéro a été affecté à chacune des 18 tables. Le petit guide des mammifères (18) et l'African mammals databank (2) ont été utilisés pour l'identification de certaines espèces. Afin d'apprécier le niveau de consommation de ce type de viande, la biomasse a été calculée à 75% du poids adulte de chacune des espèces (13) afin de tenir compte des structures de populations animales. Les méthodes classiques de statistique descriptive ont été utilisées pour analyser les résultats.

## Résultats

Un total de 4.328 carcasses représentant 48 espèces animales différentes a été inventorié, équivalant à une biomasse d'environ 22,6 tonnes. Les mammifères sont les plus représentés avec 92% du nombre total d'animaux, suivis des reptiles (6,5%) et des oiseaux (1,6%), (Tableau 2).

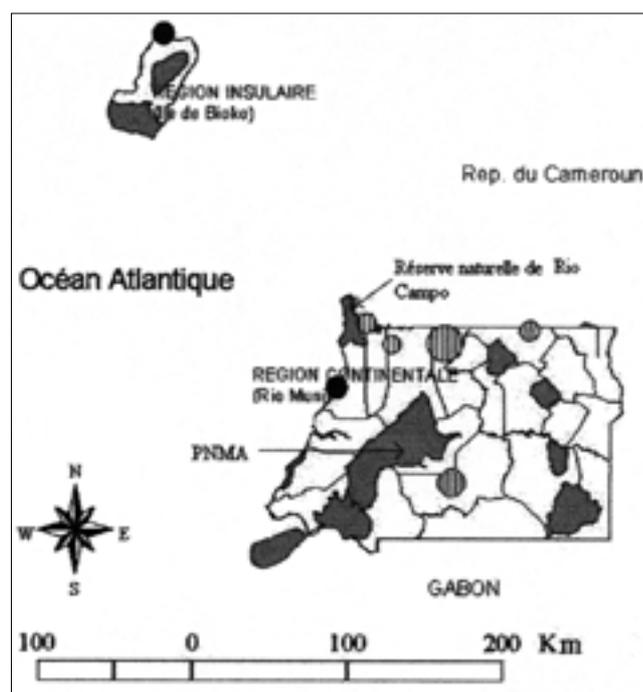
**Tableau 2**  
**Fréquence dans chaque espèce animale et statuts de protection**

Nom latin	Nom français	Nombre	%	Statut	Loi 1988
<b>Artiodactyles</b>		<b>Cites</b>			
<i>Cephalophus monticola</i>	Céphalophe bleu	1273	29,42%	II	
<i>Cephalophus dorsalis</i>	Céphalophe à bande noire	255	5,89%	II	
<i>Tragelaphus spekii</i>	Sitatunga	36	0,83%		
<i>Cephalophus callipygus</i>	Céphalophe de Peters	23	0,53%		
<i>Hyemoschus aquaticus</i>	Chevrotain aquatique	4	0,09%		
<i>Cephalophus sylvicultor</i>	Céphalophe à dos jaune	1	0,02%	II	
<i>Neotragus batesi</i>	Antilope de bates	1	0,02%		
<i>Potamocheirus porcus</i>	Potamochère	38	0,88%		p
<b>Total</b>		<b>1631</b>	<b>37,69%</b>		
<b>Hyracoidés</b>					
<i>Dendrohyrax dorsalis</i>	Daman	3	0,07%		
<b>Proboscidés</b>					
<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant	3	0,07%	I	p
<b>Rongeurs</b>					
<i>Atherurus africanus</i>	Athérure africain	717	16,57%		
<i>Thryonomis swinderianus</i>	Aulacode	5	0,12%		
<i>Cricetomys emini</i>	Rat géant d'Emin	56	1,29%		
<b>Total</b>		<b>778</b>	<b>17,98%</b>		
<b>Pholidotes</b>					
<i>Phataginus tricuspis</i>	Pangolin	211	4,88%	II	p
<i>Smutsia gigantea</i>	Pangolin géant	15	0,35%	II	p
<b>Total</b>		<b>226</b>	<b>5,23%</b>		
<b>Primates</b>					
<i>Cercopithecus cephus</i>	Moustac	461	10,65%	II	
<i>Cercopithecus nictitans</i>	Hocheur	348	8,04%	II	
<i>Cercopithecus pogonias</i>	Cercopithèque pogonias	160	3,70%	II	
<i>Cercopithecus neglectus</i>	Cercopithèque de Brazza	1	0,02%	II	p
<i>Miopithecus talapoin</i>	Talapoin	1	0,02%	II	
<i>Mandrillus sphinx</i>	Mandril	99	2,29%	I	
<i>Colobus satanas anthracinus</i>	Colobe noir	117	2,70%	II	p
<i>Cercocebus torquatus</i>	Cercocèbe à collier	12	0,28%	II	p
<i>Cercocebus albigena</i>	Cercocèbe gris	1	0,02%	II	p
<i>Pan troglodytes</i>	Chimpanzé	2	0,05%	I	p
<i>Gorilla gorilla gorilla</i>	Gorille	4	0,09%	I	p
Singes fumés		32	0,74%		
<b>Total</b>		<b>1238</b>	<b>28,61%</b>		
<b>Carnivores</b>					
<i>Nandinia binotata</i>	Nandinie	84	1,94%		
<i>Crossarchus obscurus</i>	Mangouste brune	2	0,05%		p
<i>Genetta servalina</i>	Genette servaline		0,00%		
<i>Genetta tigrina</i>	Genette tigrine	6	0,14%		
<i>Civettictis civetta</i>	Civette africaine	3	0,07%		
<i>Bdeogale nigripes</i>	Mangouste à pattes noires	1	0,02%		p
<b>Total</b>		<b>96</b>	<b>2,22%</b>		
<b>Total mammifères</b>		<b>3975</b>	<b>91,87%</b>		

Nom latin	Nom français	Nombre	%	Statut	Loi 1988
<b>Oiseaux</b>					
<i>Ceratogymna atrata</i>	Calao noir	43	0,99%		
<i>Bycanistes subcylindricus</i>	Calao	1	0,02%		
<i>Numida meleagris</i>	Pintade commune	3	0,07%		
<i>Francolinus lathamii</i>	Francolin	1	0,02%		
<i>Stephanoaetus coronatus</i>	Aigle couronné	2	0,05%	II	p
<i>Haliaeetus vocifer</i>	Aigle pêcheur	1	0,02%	II	p
<i>Corythaeola cristata</i>	Tauraco bleu	13	0,30%		
	<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>2%</b>		
<b>Reptiles</b>					
<i>Kinyxis erosa</i>	Tortue articulée	114	2,63%	II	
<i>Osteolaemus tetraspis</i>	Crocodile cuirassé	68	1,57%	I	
<i>Cocodylus cataphractus</i>	Faux gavial	1	0,02%	I	
<i>Varanus niloticus</i>	Varan du nil	86	1,99%		
<i>Python sebae</i>	Python	8	0,18%	II	
<i>Bitis gabonica</i>	Vipère du Gabon				
<i>Bitis nasicornis</i>	Vipère rhinocéros	6	0,14%		
	<b>Total</b>	<b>283</b>	<b>6,54%</b>		

Trois ordres des mammifères dominant, soit les artiodactyles (37,7%), les primates (28,6%) et les rongeurs (18,0%). Les espèces les plus rencontrées sur le marché sont *Cephalophus monticola*, *Atherurus africanus*, *Cercopithecus cephus* et *Cercopithecus nictitans*.

Suivant l'origine des animaux vendus (Carte 1), quatre districts ravitaillaient régulièrement ce marché.



Carte 1: Répartition des aires protégées de la Guinée équatoriale et des zones d'approvisionnement en viande de brousse dans la région continentale Rio Muni (Guinée équatoriale):

- Villes de Bata (Rio Muni) et Malabo (Ile de Bioko).
- ⊗ Zones de chasse et de provenance des viandes vendues au marché de Mundoasi.
- Localisation du PNMA et de la Réserve naturelle de Rio Campo.

Par ordre d'importance, on observe en tête le district de Niefang (36,8%) au nord-ouest du PNMA, le district de Bata (30,4%), où se trouve la réserve naturelle de "Rio Campo" et une zone de chasse transfrontalière avec le Cameroun, le district d'Evinayong (25,6%), dans la région sud-est du PNMA et enfin le district de Micomiseng (4,7%) au nord du pays, proche de la frontière camerounaise également. L'importance respective des 3 ordres de mammifères varie suivant le district de provenance (Figure 1).

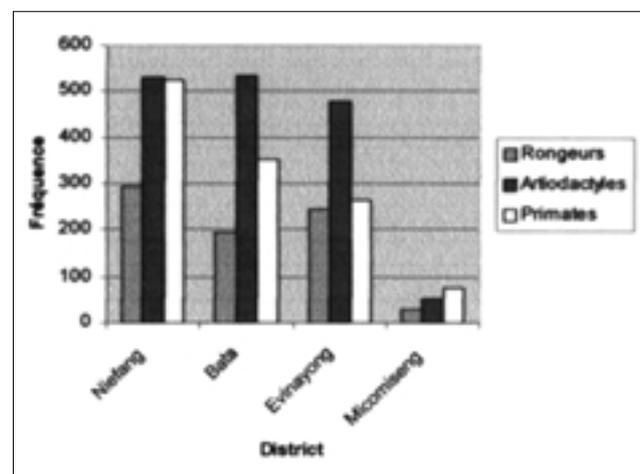


Figure 1: Importance relative des principaux mammifères suivant la provenance.

Sur 2.579 carcasses dont le mode de capture était avéré, la chasse au fusil était le mode de capture prédominant (Tableau 3).

**Tableau 3**  
**Fréquence relative du mode de capture d'animaux**

Type de capture	Nombre	%
Fusil	1504	34,7
Piège à coup	150	3,5
Piège à pattes	916	21,1
Manuel	9	0,2
Non déterminé	1749	40,4

De fortes variations sont cependant observées suivant l'espèce animale (Figure 2).

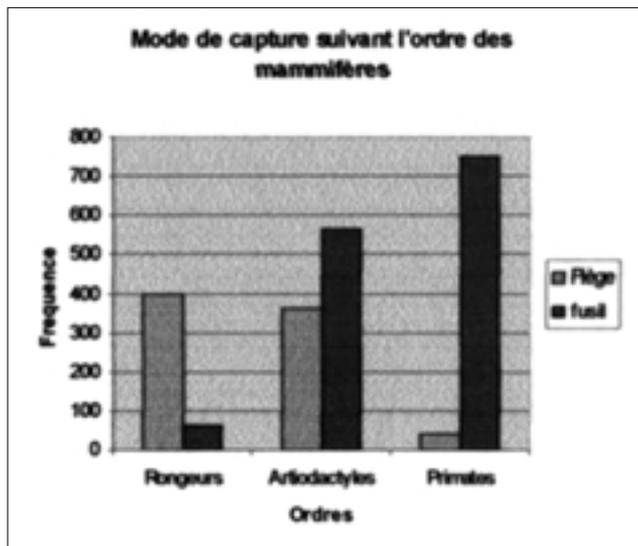


Figure 2: Mode de capture suivant l'ordre des mammifères.

Les rongeurs sont largement capturés par les pièges à pattes, les primates par le fusil et les artiodactyles par les deux méthodes, avec prédominance du fusil. Les oiseaux sont majoritairement abattus au fusil, et la capture manuelle concerne essentiellement les reptiles comme la tortue et les serpents. Des différences significatives ( $p < 0.05$ ) entre la chasse au fusil et par piégeage ont été observées suivant les régions de provenance comme l'illustre la figure 3.

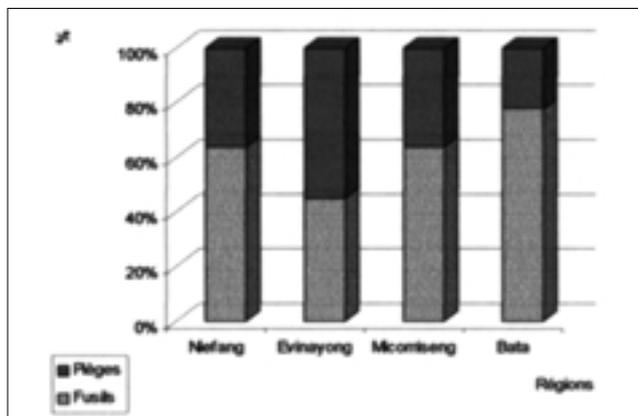


Figure 3: Importance des méthodes de chasse suivant la région.

Il n'y a pas eu de différence significative suivant le sexe des espèces vendues, sur 2360 animaux clairement sexés, 1169 étaient des femelles et 1191 des mâles. Par contre, selon l'âge des animaux, nous obtenons une différence très significative ( $p < 0,01$ ); les animaux adultes dominaient largement les étalages (2029 vs 331). Quant à l'état des animaux à la transaction d'achat ou de vente, les fréquences sont représentées au tableau 4, très peu d'animaux étaient vivants. Ils étaient prioritairement vendus frais et en entier.

**Tableau 4**  
**Nombre de carcasses suivant l'état à la transaction**

Etat	Fréquence
Vivant	170
Mort	4158
Fumé	384
Frais	3944
Morceaux	76
Entier	4252

## Discussion

### Quantité

D'un point de vue quantitatif, les 4.328 carcasses inventoriées en 8 semaines d'enquêtes sont nettement plus importantes que les 3.627 carcasses en 7 mois d'enquêtes citées par Fa *et al.*, (10). Une extrapolation sur une année des 22.600 kg de biomasse obtenue équivaut à 146,9 tonnes, uniquement sur l'un des grands marchés de la ville de Bata. Ce qui traduit une augmentation considérable du commerce de viande de brousse dans ce pays qui entre dans la sphère des pays producteurs de pétrole. Cette situation est retrouvée également dans les autres villes d'Afrique centrale, 500 t/ha pour Libreville ( $\pm 600.000$  hab.) au Gabon, et 1.100 t/ha à Yaoundé au Cameroun (3).

L'analyse de la dynamique d'approvisionnement du marché de Mundoasi en viande de brousse montre que de nombreux sites forestiers participent au ravitaillement, la réserve naturelle du Rio Campo au nord du district de Bata et le PNMA. Cette proximité des zones de ravitaillement des parcs et réserves naturelles n'est pas fortuite, le PNMA joue un rôle de réservoir aux zones de chasse environnantes dans le district d'Evinayong. La région d'Ayamiken est le lieu de provenance du plus grand nombre d'animaux. La courte distance entre cette région et Bata est favorable aux navettes plus fréquentes entre les villages de chasseurs et les marchés, et donc à plus d'apports de produits de la chasse.

## Espèces et préférences

Quatre espèces des 32 mammifères inventoriés lors de cette étude n'avaient pas été reprises dans la liste obtenue par Fa *et al.*, (11) sur le même marché. Il s'agit de l'éléphant (*Loxodonta africana*), le pangolin géant (*Manis gigantea*), la mangouste brune (*Crossarchus obscurus*) et la mangouste à pattes noires (*Bdeogale nigripes*). La fréquence spécifique des espèces est déterminée par plusieurs facteurs:

- l'interaction entre l'animal et le chasseur/piégeur. C'est le cas des cercopithèques et du mandrill, qui se déplacent souvent en bande poly-spécifique (13), situation favorable à des captures importantes en un court laps de temps. De même, les rongeurs, attirés par les cultures aux alentours des villages, sont facilement capturés; certains gorilles sont souvent tués suite à des intrusions dans les champs également;
- les préférences alimentaires des chasseurs et des consommateurs: les aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) se retrouvent rarement sur les marchés car c'est la viande de brousse par excellence dont raffolent les populations, en général, ils sont consommés par les chasseurs et leurs familles directement. Les céphalophes bleus (*Cephalophus monticola*) sont très appréciés des consommateurs, ils constituent l'espèce animale la plus vendue, mais également celle qui subit une pression de chasse très importante;
- les tabous, c'est par exemple le cas de *Cercopithecus pogonias*, que les femmes ne peuvent pas manger de peur de donner naissance à un enfant épileptique plus tard. Ces interdits alimentaires, permanents liés au sexe ou temporaires liés à l'âge ou à l'état physiologique (grossesse par exemple) pourraient, dans une certaine mesure comme les animaux totems (protecteurs) dont on ne peut ni chasser, ni tuer et encore moins consommer la chair (4, 19), limiter la pression sur les espèces concernées.

Le fusil et le piège à pattes sont les deux modes de captures les plus utilisés. Le fusil coûte cher en investissement et en entretien car il faut acheter les cartouches. Les primates et les grands mammifères sont les plus visés par cette méthode de chasse. Par contre, les pièges à pattes, se résumant à des câbles de vélos recyclés (3, 25), sont peu coûteux et visent des espèces de taille moyenne comme les céphalophes (24). Notons que les animaux plus petits ( $\leq 2$  kg) sont trop légers pour déclencher les pièges et les grands animaux sont suffisamment lourds pour s'en dégager (7, 25). Le grand reproche que l'on formule à cette technique est le gaspillage induit très important (24), car du fait de l'irrégularité des relevés de pièges, beaucoup d'animaux pourrissent (8). C'est la raison essentielle d'interdiction de ce type de pièges dans certains pays (11).

## Perturbation du milieu

Outre l'absence ou la présence de certaines espèces animales, la fréquence d'utilisation des fusils ou des pièges permet d'évaluer de manière relative le niveau de perturbation du milieu. Dans un environnement riche en faune, les pièges sont efficaces, faciles d'emploi et peu onéreux. Par contre, lorsqu'il y a raréfaction faunique, les populations d'artiodactyles très sensibles diminuent très rapidement, ce qui ne permet plus avec les câbles de vélo une rentabilité de chasse suffisante (16). Le fusil est donc employé dans ces milieux appauvris pour maintenir un taux de capture suffisant de gibier, ce qui a des répercussions défavorables pour les espèces arboricoles, particulièrement les primates (3).

Par ordre d'importance dans notre étude, les artiodactyles viennent en tête des animaux commercialisés, puis les primates, suivi des rongeurs; Fa *et al.* (11) ont obtenu plutôt une prépondérance des rongeurs par rapport aux primates. Ceci laisse présager une intense utilisation du fusil depuis quelques années, certainement à cause d'un appauvrissement du milieu. Aussi, l'analyse des différentes zones d'approvisionnement du marché montre qu'il y avait 3 fois plus de prélèvements au fusil dans le district de Bata (77,9%). Un signe de perturbation dans cette région, d'autant plus que les primates y proviennent majoritairement et que les vendeuses font état d'une importante quantité de viande provenant du Cameroun, ce qui corrobore les observations de Cogels (6), qui indique que la limite nord du territoire de chasse du village d'Ayamiken (dans ce district) déborde largement la frontière camerounaise.

Une bonne évaluation du caractère soutenable de la chasse se base sur l'équilibre existant entre la production de chaque population animale (kg/ha/an) et les prélèvements (kg/ha/an) effectués (7, 14) sur une superficie connue de chasse. Cette évaluation a été faite par Dethier (8) au Cameroun, Newing (21) au Gabon et en Guinée équatoriale (11, 12). Pour la région du Rio Muni, Fa et Garcia (10) mettent en évidence des prélèvements trop importants pour les populations de *Cephalophus dorsalis*, *Cercopithecus nictitans*, *Atherurus africanus*, *Mandrillus sphinx* et *Colobus satanas* à l'est du PNMA. Enfin, plus d'une dizaine d'animaux retrouvés sur le marché sont braconnés alors qu'ils sont interdits de chasse par la loi n°8/1988, amendée en 2001. Certains comme le mandrill, l'éléphant, les 3 espèces de pangolins, le potamochère, les primates prosimiens, le gorille et le chimpanzé sont sur la liste rouge d'animaux en danger de l'UICN (23).

## Conclusion et recommandations

Le commerce de la viande de brousse joue un rôle important dans l'économie du pays dans la mesure où il fait intervenir plusieurs acteurs (chasseurs/piégeurs,

intermédiaires, vendeurs, nettoyeurs etc.). Il est en pleine croissance, et avec l'exploitation pétrolière, le nombre de consommateurs augmente avec l'amélioration du pouvoir d'achat. Cette étude met en évidence le rôle positif que jouent les zones protégées comme réservoir de faune, particulièrement le PNMA. Afin d'assurer une bonne gestion des ressources fauniques en Guinée équatoriale, l'Etat doit mettre en œuvre des programmes de développement axés sur la protection de la nature, comme par exemple favoriser la création d'associations des chasseurs ainsi que l'autorisation de leur activité uniquement à des fins de consommations privées suivant un cahier de charge (saison et quotas de chasse suivant les régions, les espèces et les moyens de prélèvement).

L'implantation d'élevages périurbains d'espèces très consommées comme l'aulacode pourrait constituer une solution, en motivant la reconversion des femmes commerçantes par des appuis financiers et tech-

niques. Et, seuls les animaux issus des élevages pourront faire l'objet de commerce autorisé.

Des mesures pour combler la demande croissante en protéines d'origines animales devront être prises, notamment la promotion d'élevages d'espèces à cycle court (aviculture, pisciculture), tout en s'adaptant à la concurrence due à la mondialisation.

Au-delà, un travail de sensibilisation des populations et des différents acteurs par une approche participative dans la gestion des ressources naturelles sera nécessaire également.

## Remerciements

Les auteurs remercient la commission de la Coopération Universitaire au Développement (CUD) pour la bourse de voyage, Monsieur F. Feys du bureau d'étude AGRER et les membres du projet ECOFAC en Guinée équatoriale.

## Références bibliographiques

- Alvard M.S., 1994, Conservation by nature peoples; prey choice in a depleted habitat. *Human nature*, 5, 127-154.
- AMD (African Mammals Databank), 1999, IEA; Union Européenne.
- Bahuchet S., 2000, La filière viande de brousse. *In*: Bahuchet S. (ed.), Les peuples des forêts tropicales d'aujourd'hui: approche thématique du programme APFT. Layout & production, Bruxelles, vol. II, 331-363.
- CIRAD-GERDAT, 1997, Etude économique: analyse d'un écosystème forestier tropical. Vol. 1.
- CITES annexes I, II, III. [En ligne], 2004, adresse <http://www.cites.org/fra/resources/species.html>. Consulté le 13/03/2004.
- Cogels S., 1997, Etude de terroir du village d'Ayamiken (Réserve forestière Rio Ntem/Rio Campo). Rapport.
- Delvingt W., Dethier M., Auzel P. & Jeanmart P., 2001, La chasse villageoise Badjoué, gestion coutumière durable ou pillage de la ressource gibier. *In*: Delvingt W., La forêt des hommes: terroirs villageois en forêt tropicale africaine. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 66-92.
- Dethier M., 1995, Etude de chasse au Cameroun. Rapport ECOFAC, AGRECO/CIRAD-forêt, Cameroun, 118 p.
- Engonga O., 2001, Bref exposé sur la situation de la viande de brousse en Guinée équatoriale. Réunion technique du groupe de travail sur la viande de brousse en Afrique centrale: rapport de synthèse des 5 et 6 juillet, Douala, (En ligne) (17 juillet 2003). Adresse URL: <http://www.cites.org/fra/prog/bushmeat/0107-WG-report.sthtml>, consulté le 17-03-2004.
- Fa J.E. & Garcia Yuste J.E., 2001, Commercial bushmeat hunting in Monte Mitra forests, Equatorial Guinea: extend and impact. *Anim. Biodiv. Conserv.* 24, 31-52.
- Fa J.E., Juste J., Perez Del Val J. & Castroviejo J., 1995, Impact of market hunting on mammal species in Equatorial Guinea. *Conserv. Biol.* 9, 1107-1115.
- Feer F., 1996, Les potentialités de l'exploitation durable et de l'élevage du gibier en zone forestière tropicale. *In*: Hladick M., Hladick A., Linares O.F., Pagezy H., Koppert G.J.A., Froment A., L'alimentation en forêt tropicale: interactions bio-culturelles et perspectives de développement. Ed. UNESCO, Paris, 1039-1060.
- Gonzalez-Kirchner J.P., 1994, Ecología y conservación de los primates de Guinea Ecuatorial. Ceiba: Cantabria, 155 p.
- Jeanmart P., 1998, Tentative d'élaboration d'un plan de gestion de la chasse villageoise dans la réserve de faune du Dja. Projet ECOFAC, AGRECO/CTFT, 32 p.
- Joiris D.V., 1997, L'Afrique équatoriale: introduction régionale. *In*: Joiris D.V., De Laveleye D. (ed.), Les peuples des forêts tropicales. Systèmes traditionnels et développement rural en Afrique équatoriale, grande Amazonie et Asie du sud-est. Civilisations XLIV. Guycot, Bruxelles, 36-44.
- Kingdon J., 2001, The Kingdon field guide to African mammals. Academic Press, London, 476 p.
- Koppert G.J.A., Dounias D., Froment A. & Pasquet P., 1996, Consommation alimentaire dans trois populations forestières de la région côtière du Cameroun, Yassa, Mvae et Bakola. *In*: Hladick M., Hladick A., Linares O.F., Pagezy H., Koppert G.J.A., Froment A., L'alimentation en forêt tropicale: Interactions bio-culturelles et perspectives de développement. Ed. UNESCO, Paris, 477-496.
- Lahm S.A., 1996, Utilisation des ressources forestières et variations locales de la densité du gibier. *In*: Hladick M., Hladick A., Linares O.F., Pagezy H., Koppert G.J.A., Froment A., L'alimentation en forêt tropicale: Interactions bio-culturelles et perspectives de développement. Ed. UNESCO, Paris, 383-400.
- Lamarque F., Chardonnet P. & Msellati L., 1995, Faune sauvage africaine, la ressource oubliée, tome I, Office de publications de l'Union européenne, Luxembourg.
- Lasso Alcalá C.A., 1995, Biodiversidad animal del Parque Nacional de monte Alen. Proyecto Ecofac: Componente Guinea Ecuatorial/ARECO-CTFT/Asociación Amigos de Coto Donana.
- Muchaal P.K. & Ngandjui G., 1999, Impact of village hunting on wildlife populations in the western Dja Reserve, Cameroon. *Conservation Biology*, 385-396.
- Newing Helen, 2001, Bushmeat hunting and management: implications of duiker ecology and interspecific competition. *Biodiv. Conserv.* 10, 1, 99-108.
- Noss A.J., 1998, The impacts of cable snare hunting on wildlife populations in forests of the Central African Republic. *Conserv. Biol.* 12, 390-398.
- UICN, 2002, IUCN red list of threatened species. [En ligne] Adresse URL <http://www.redlist.org/search/search-expert.php>, consulté le 18/03/2004.
- Wilkie D.S. & Carpentier J.F., 1999, Bushmeat hunting in the Congo Basins: an assessment of impacts and options for mitigation. *Biodiv. Conserv.* 8, 927-955.

Marielle Puit, Belge, Licenciée en biologie, DES Interuniversitaire en gestion des ressources animales et végétales en milieu tropical, filière gestion de la faune.

A. Huart, Belge, Docteur en médecine vétérinaire, Assistant, Institut Vétérinaire Tropical, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège (ULg).

P. Leroy, Belge, Docteur en médecine vétérinaire, PhD en génétique animale, Professeur, Président de l'Institut Vétérinaire Tropical, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège (ULg).

I. Njikam Nsangou, Belge, Docteur en médecine vétérinaire, DES en Productions animales, Assistant, (auteur pour la correspondance), Responsable de la filière faune, Institut Vétérinaire Tropical, Faculté de Médecine Vétérinaire, Université de Liège (ULg).

# Variabilité et amélioration de la technologie traditionnelle de production de la pâte fermentée de maïs au Congo

D. Louembé, S. Kéléké, S.C. Kobawila & J.P. Nzoussi

Keywords: Fermentation- Maize- Dough- Lactic acid bacteria- Yeasts

## Résumé

*Le procédé de production de poto-poto est caractérisé par la grande variabilité dans certaines des étapes de production, particulièrement les opérations de lavage et de conservation. Les opérations de lavage réalisées avant et après trempage paraissent très importantes en effet en ce qu'elles influent considérablement sur les qualités organoleptiques (couleur, odeur) et hygiéniques du produit fini.*

*Afin d'améliorer les qualités nutritionnelles, l'utilisation des grains germés a été étudiée. Du point de vue de ses caractéristiques biochimiques, le poto-poto produit à partir des grains germés présente une diminution de la concentration de l'acide lactique et une augmentation de celle de l'acide acétique. Par contre, pour le poto-poto à base des grains non germés, la concentration de l'acide lactique augmente et celle de l'acide acétique diminue. Dans les deux cas, le poto-poto reste acide (pH 3,8 et 3,5), à cause de la présence des acides lactique et acétique, acides organiques résultant de la fermentation.*

*Le test organoleptique met en évidence des différences sensorielles entre les deux types de poto-poto. Ce sont deux produits différents par rapport à la couleur, au goût, à l'odeur et à la texture. Le poto-poto fabriqué à partir des grains germés de maïs est préféré (100% des dégustateurs): il est légèrement plus sucré (100% des dégustateurs) et plus aigre (40% des dégustateurs), que le poto-poto des grains non germés.*

*Le procédé de séchage solaire des poto-poto mis au point permet une meilleure conservation du poto-poto.*

## Summary

### Variability and Improvement of Maize Fermented Dough Traditional Technology Production in Congo

*The poto-poto production proceeding is characterized by the large variability during some production stages, particularly in washing and conservation operations. The washing operation before and after steeping seems to be very important because it influences considerably the sensorial (colour, odour) and hygienic qualities of final product.*

*For improving nutritional qualities, germinated seeds utilization has been studied. With respect to biochemistry characteristics, poto-poto made with germinated seeds offers a diminution of lactic acid concentration and an increase of acetic concentration. By contrary, for poto-poto produced from ungerminated seeds, lactic acid concentration increases and that of acetic acid decreases. The two products are acid (pH 3,8 and pH 3,53) because of lactic and acetic presence.*

*The sensorial test makes evident the sensorial differences existing in two types of products. The are two different products with respect to colour, taste, odour and texture. Poto-poto produced with maize germinated seeds is preferred (100% among tasters). It is slightly more sweet (100% among tasters) and more sour (40% among tasters) than poto-poto produced from ungerminated seeds.*

*The poto-poto solar drying proceeding used allows a better conservation of poto-poto.*

## Introduction

Au Congo, la transformation des grains de maïs en pâte fermentée est l'unique voie de valorisation du maïs alors qu'il en existe plus d'une quarantaine en Afrique de l'Ouest (14, 15). Dans presque tous les cas, le procédé général comporte 5 étapes principales: (1) le trempage, (2) la mouture des grains humides, (3) le tamisage de la farine humide, (5) la décantation et (6) la fermentation (24 à 72 heures).

Cependant, dans tous ces procédés traditionnels, de grandes variabilités existent dans les étapes de trans-

formation d'un atelier à un autre. Cette variabilité conduit à des différences importantes dans la qualité du produit fini et peut constituer par ailleurs un facteur de risques à la santé publique, à la durabilité et à la valeur marchande du produit.

Par ailleurs, la bouillie après cuisson, du fait de sa très grande viscosité et de la capacité d'absorption de l'enfant, ne permet pas de couvrir les besoins énergétiques journaliers de l'enfant (16, 17). Ainsi, plusieurs travaux ont été réalisés pour réduire la viscosité et

augmenter la valeur énergétique de la bouillie: addition d'huile ou de graisse, de malt ou d'enzymes amylolytiques (1, 2, 5, 7, 9, 11, 12, 17, 19, 21, 22, 23). Bien que ces méthodes améliorent la valeur nutritionnelle des aliments et réduisent la viscosité, ces technologies restent très limitées du fait surtout de la grande technicité qu'elles exigent comme dans le cas de l'utilisation des enzymes.

En vue de permettre la production d'un produit répondant aux attentes de qualité d'ordre organoleptique, nutritionnel, la présente étude a été conduite pour déterminer les points critiques du procédé de production du poto-poto, caractériser le procédé de production de la pâte fermentée obtenue avec des grains germés et enfin mettre au point un procédé de conservation adéquat de la pâte fermentée pour la préparation des bouillies de sevrage.

## Matériel et méthodes

### Etude des procédés traditionnels de fabrication de poto-poto à base des grains non germés

Vingt-cinq ateliers de type artisanal de production de poto-poto ont été choisis au hasard dans la ville de Pointe-Noire pour décrire de façon séquentielle les procédés de fabrication et comprendre le fonctionnement de ces ateliers (Figure 1). Ce travail a été réalisé sur la base d'un questionnaire.

### Etude de procédés de fabrication de poto-poto à partir des grains de maïs prégermés

La figure 2 présente le diagramme de production de la pâte de maïs fermentée à partir des grains germés mis au point au laboratoire.

Après un tri manuel de 5 kg de grains secs acquis dans les marchés locaux, les grains de maïs sont tamisés, lavés plusieurs fois à l'eau et placés durant 48 heures dans des tonnelets contenant de l'eau à température ambiante. Les grains réhydratés sont mis à germer durant 3 jours. Après dégermage, lavage et égouttage, les maïs germés propres sont broyés au moulin. La farine obtenue est défibrée par tamisage à l'eau à travers un tissu de mousseline. Le lait d'amidon recueilli est soumis à la décantation durant 4 heures. La pâte obtenue après décantation est ensuite laissée en fermentation spontanée pendant 72 heures à la température ambiante. Chaque préparation est faite en triple par des productrices locales expérimentées.

### Analyse des paramètres physico-chimiques

Au cours de la production du poto-poto, nous avons étudié l'évolution de la pression d'oxygène dissous de l'eau, du pH de l'eau, et de la température de l'eau pendant le trempage.



Figure 1: Diagramme du procédé traditionnel de fabrication du poto-poto à base des grains non germés.

## 1. - Mesure des paramètres physico-chimiques pendant la phase de trempage des grains dans l'eau

### 1.1- Mesure du pH

Le pH de l'eau de trempage est déterminé à l'aide du pHmètre de type HI 9321 bioblock scientifique.

### 1.2 - Mesure de la pression d'oxygène de l'eau

La pression d'oxygène dissous dans l'eau de trempage est mesurée à l'aide d'un oxymètre de type HI 9142 bioblock scientifique afin de suivre l'évolution de la teneur en oxygène, paramètre qui détermine les conditions de fermentation (aérobie ou anaérobie).

### 1.3- Mesure de la température

Les températures au cours du trempage sont mesurées directement à l'aide d'un thermomètre à sonde de type NO.SA 880SSX.

## 2. - Mesure des paramètres physico-chimiques de la farine humide et du potopoto en fermentation

### 2.1 - Prélèvement des échantillons

Dans les ateliers de fabrication, 100 g d'échantillons sont prélevés à deux étapes de la production au niveau de la farine humide (farine obtenue tout juste après broyage) et le potopoto.

### 2.2 - Mesure du pH

Après 0, 24, 48 et 72 heures de fermentation, 100 g de farine humide et de pâte de maïs en fermentation sont prélevés, homogénéisés dans 400 ml d'eau distillée et filtrés à travers sur papier filtre Whatman GF/A. Le pH du filtrat est déterminé à l'aide du pHmètre de type HI 9321 bioblock scientifique.

### 2.3 - Mesure de la température

Les températures de la farine humide après broyage et pendant la fermentation du potopoto sont mesurées directement à l'aide d'un thermomètre à sonde de type NO.SA 880SSX.

### 2.4 - Dosage des acides organiques et de l'éthanol de la pâte fermentée

A 0, 24, 48 et 72 heures, 100 g de pâte à analyser sont homogénéisés dans 50 ml d'une solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 mM au waring blender. L'homogénéisat ainsi obtenu est centrifugé à 10 000 tours/min pendant 10 minutes. Le surnageant est filtré à travers la membrane Millipore 0,45 µm. Des dilutions de mélanges de solutions de référence d'acides organiques et d'alcool sont traitées de la même manière que les échantillons. 20 µl de surnageant sont analysés par chromatographie liquide haute performance (HPLC) selon les conditions suivantes: - Colonne échangeuse d'ions Aminex HPX87H, Biorad Co; - Détecteur: réfractomètre Philips PU pour sucres et alcool et spectrophotomètre UV LDC 3100 pour acides organiques; - Phase mobile: acide sulfurique 6 mM dégazé et filtré à travers une membrane Millipore 0,45 µm; Débit: 0,80 ml/min; Température du four: 65 °C.

### 2.5 - Détermination de la matière sèche des graines et du potopoto

Cent grammes d'échantillon des grains de maïs ou de pâte fermentée sont mis dans un four à 105 °C jusqu'à poids constant. La mesure est réalisée en triple. La teneur en eau du potopoto fait à base des grains non germés et à base des grains germés est déterminée par la formule suivante:

$$\% \text{ eau} = [(m_0 - m_1)/m_0] \times 100$$

% eau: teneur en eau

m<sub>0</sub>: masse avant séchage à l'étuve

m<sub>1</sub>: masse après séchage à l'étuve

## 3 - Détermination du rendement du potopoto

Le rendement du potopoto est calculé en déterminant le poids des grains et du potopoto exprimé poids frais.

## Essai de conservation du potopoto par la technique de séchage au soleil

### 1. - Caractéristiques du séchoir

Les deux types de pâtes ont été séchées dans un séchoir solaire constitué d'une armature métallique de 3,80 m de long sur 2,60 m de large avec de 2 hauteurs: 1,57 m à la base du toit et 2,57 m au sommet du toit. Les murs sont en toile plastique et le toit est en plexiglas.

### 2. - Conditions de séchage

La pâte fermentée de maïs à sécher est étalée dans le séchoir sur des bâches de plastique noir en couche fine et est retournée toutes les 60 minutes pendant 5 et 8 heures. La température est mesurée à l'aide d'un thermomètre électronique avec plage de mesure étendue (-50 °C à 260 °C), muni d'une sonde en acier inoxydable placée à l'intérieur du séchoir.

## Evaluation sensorielle

Au cours de cette étude, nous avons utilisé l'épreuve de classement. Elle permet de comparer directement les produits entre eux sur une caractéristique organoleptique précise. L'épreuve de classement ne portant que sur deux produits, l'épreuve par paire a été utilisée pour les échantillons des deux types de pâte fermentée pour évaluer les préférences des consommateurs vis-à-vis des produits finis.

On compare les valeurs observées aux valeurs théoriques au seuil de 5%, valeurs lues sur la table donnant les valeurs critiques pour une épreuve par paire (ASTM, 1968).

Les caractéristiques testées concernent la couleur, l'odeur, le goût et la texture. Le panel est constitué de 32 personnes consommateurs habituels de potopoto. Les questions posées aux 32 consommateurs sont les suivantes:

1. Deux échantillons A et B de potopoto vous sont présentés. Goutez-les dans l'ordre qui vous convient (vous précisez l'ordre) et classez-les par ordre de préférence. De l'eau est à votre disposition, rincez la bouche avant de goûter chaque produit.

2. Deux échantillons A et B de poto-poto vous sont présentés. Classez-les par rapport aux caractéristiques suivantes: (a) plus clair ou moins clair; (b) plus sucré ou moins sucré; (c) plus aigre ou moins aigre; (d) plus visqueux ou moins visqueux.

## Résultats

### Procédé de fabrication traditionnel de fabrication du poto-poto

Le diagramme courant de production du poto-poto présente les opérations essentielles récapitulées dans la figure 1.

L'analyse des résultats de l'enquête révèle une grande variabilité au niveau des étapes suivantes:

#### 1- Traitement physique de la matière première (tri et tamisage manuel des grains)

Le tri manuel des bonnes graines et le tamisage des graines sont des opérations importantes permettant d'ôter la poussière des grains et d'éliminer les graines attaquées par les moisissures et des insectes. Cette opération améliore les qualités organoleptiques et hygiéniques du produit. Sur les 25 ateliers de type artisanal enquêtés, 70% d'ateliers réalisent cette étape.

#### 2 - Lavage des grains de maïs

Le lavage des grains précède ou suit le trempage des grains dans l'eau selon les ateliers. L'enquête a permis de regrouper les ateliers en 7 groupes selon qu'il y a lavage ou non avant et après trempage.

- 1 - Pas de lavage des grains avant trempage: 13 ateliers, ensemble A= {1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 20}
- 2 - Pas de lavage des grains après trempage: 6 ateliers, ensemble B= {8, 12, 13, 15, 17, 20}
- 3 - Pas de lavage des grains avant et après trempage: 4 ateliers, ensemble C= {8, 13, 17, 20}
- 4 - Lavage des grains avant trempage: 6 ateliers, ensemble D= {2, 12, 14, 15, 16, 18}
- 5 - Lavage des grains après trempage: 14 ateliers, ensemble E= {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 16, 18, 19}
- 6 - Lavage des grains avant ou après trempage: 16 ateliers, ensemble F= {1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19}
- 7 - Lavage des grains avant et après trempage: 4 ateliers, ensemble G= {2, 14, 16, 18}

En somme, quatre groupes d'ateliers peuvent être considérés:

- 1 - Les ateliers où les grains sont lavés avant le trempage: D= {2, 12, 14, 15, 16, 18}

2 - Les ateliers où les grains sont lavés après le trempage: E= {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 14, 16, 18, 19}

3 - Les ateliers où les grains sont lavés avant et après le trempage: G= {2, 14, 16, 18}

4 - Les ateliers où les grains ne sont lavés ni avant ni après trempage: C= {8, 13, 17, 20}

Les produits de chacun des groupes d'ateliers montrent une différence significative du point de vue de la couleur et de l'odeur du produit final. Les ateliers où est pratiqué le lavage des grains avant et après trempage donnent du poto-poto plus blanc ayant par ailleurs une odeur moins forte.

Dans la suite des travaux, nous avons suivi le procédé de fabrication de la pâte des ateliers qui lavent les grains avant et après trempage.

#### 3 - Le trempage

Le trempage est la première étape constante dans la fabrication du poto-poto. Au cours du trempage, il apparaît de la mousse en surface et une odeur de plus en plus forte. Ainsi dans 20% des ateliers, l'eau de trempage est changée au moins une fois au cours de cette opération.

#### 4 - Extraction de l'amidon et décantation

La farine humide obtenue après broyage au moulin est déposée, soit sur un tamis immergé dans de l'eau, soit sur une passoire en tissu. La farine humide peut être stockée dans un récipient en plastique pour une extraction ultérieure d'amidon.

#### 5 - La conservation

Cinq cents grammes de poto-poto fermenté sont placés dans des sachets plastiques étanches à l'eau et à l'air. Dans 40% d'ateliers de fabrication, les sachets sont plongés dans l'eau à la température ambiante (23 à 26 °C) qui est renouvelée tous les deux jours. Cinquante-cinq pourcent d'ateliers immergent directement la pâte de maïs fermentée dans un récipient en plastique ou en aluminium contenant de l'eau. Cette eau est changée quotidiennement durant la conservation. Cette dernière étant fonction de la demande sur le marché. Le reste des ateliers (5%) conserve la pâte de maïs fermentée au réfrigérateur à la température de 4 °C.

### Procédé de fabrication de poto-poto à partir des grains germés

#### 1 - Description du procédé

La figure 2 représente les étapes de la fabrication du poto-poto mis au point au laboratoire à partir des grains pré-germés.

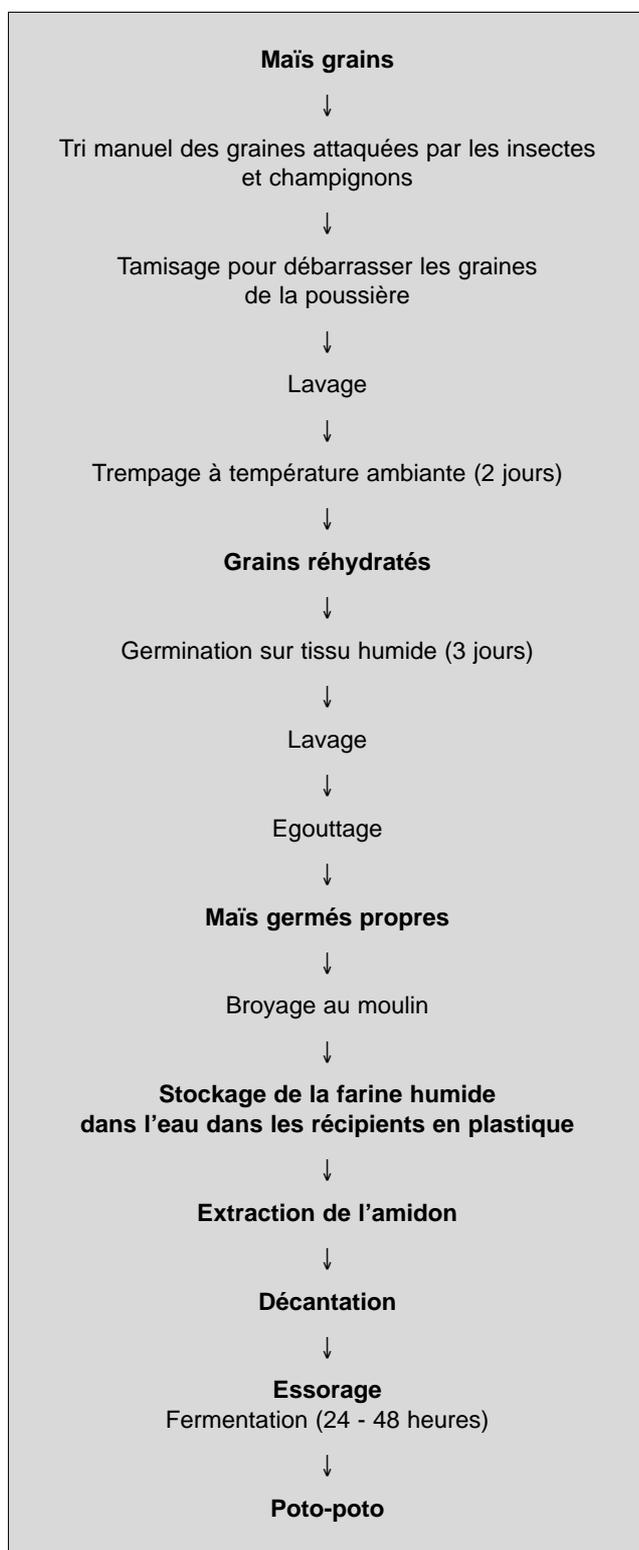


Figure 2: Diagramme du procédé de fabrication du poto-poto à base des grains germés.

## 2- Matière sèche

La matière sèche des poto-poto est en moyenne de 48,8% pour les poto-poto à base de grains germés et de 49,4% pour les poto-poto faits avec les grains non germés. Les poto-poto contiennent donc 51% d'eau

en moyenne, ce qui explique tous les problèmes de conservation rencontrés par les producteurs.

Tableau 1

### Détermination du taux de la matière sèche au cours de la transformation

	Taux de matière sèche des graines avant le trempage (% P.S)	Taux de matière sèche des graines à la fin du trempage (% P.S)	Taux de matière sèche de la pâte à la fin de la fermentation (% P.S)
G.NG	86	60	49
G.G	86	60	48,8

G.G= Pâte fait à base des grains germés.

G.NG= Pâte fait à base des grains non germés.

## 3 - Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du poto-poto

### 3.1- Température

La température de fermentation à l'intérieur du poto-poto varie entre 27,5 à 26,5 °C et 27,10 °C à 26,50 °C (Tableau 2) dans les deux types de produits à grains germés et à grains non germés, la température ambiante étant de 23 à 25 °C.

Tableau 2

### Evolution de la température dans les pâtes fermentées

Temps en (heures)	Température (°C) du poto-poto à base des grains germés	Température (°C) du poto-poto à base des grains non germés
0	27,50	27,10
35	26,50	26,50
48	26,50	26,50
72	26,50	26,50

### 3.2 - pH

Pendant la fermentation, le pH des poto-poto diminue (Tableau 3): il passe de 4,50 à 3,75 pour les poto-poto à base de grains non germés et de 4,26 à 3,80 pour les poto-poto à base de grains germés.

Tableau 3

## Evolution du pH au cours de la transformation

pH	Temps (heures)	0	24	48	72
		G.NG	4,50	3,78	3,75
	G.G	4,26	3,82	3,81	3,80

G.G= Pâte fait à base des grains germés.

G.NG= Pâte fait à base des grains non germés.

## 3.3 - Evolution des acides organiques et de l'éthanol

Les analyses faites sur 10 échantillons provenant de chacun des 25 ateliers ont montré que le potopoto fait à partir des grains germés présente une diminution de la concentration de l'acide lactique et une augmentation de l'acide acétique. En effet, la quantité de l'acide lactique passe de 3,2 g/l à 2,2 g/l après 72 heures de fermentation pendant que la quantité de l'acide acétique passe de 0,2 g/l à 1,0 g/l après 72 heures de fermentation. Tandis que dans le potopoto fait à partir des grains non germés, il y a augmentation de l'acide lactique et diminution de l'acide acétique. Les valeurs de l'acide lactique passent de 2,3 g/l à 7,9 g/l après 72 heures et celles de l'acide acétique de 2,1 g/l à 0,3 g/l après 72 heures de fermentation (Tableau 4).

## 3.4 - Evolution de l'éthanol

Les concentrations de l'éthanol chute de 1,0 à 0,3 g/l dans le potopoto à grains non germés; non décelé à 24 heures, la concentration de l'éthanol est de 0,2 g/l après 72 heures dans les potopoto à grains germés (Tableau 4).

Tableau 4

## Evolution des acides organiques et alcools dans les pâtes fermentées

	Temps (heures)	Acide lactique (g/l)	Acide acétique	Acide propionique	Ethanol
G.G	24	3,20	0,2	–	1,0
	72	2,2	1,0	0,4	0,3
G.NG	24	2,3	2,1	0,5	–
	72	7,9	0,3	–	0,2

G.G= Pâte fait à base des grains germés.

G.NG= Pâte fait à base des grains non germés.

## Caractéristiques physico-chimiques du potopoto séché fait à base des grains germés et non germés

## 1 – Evolution du pH

Les deux types de potopoto présentent de faibles variations de pH après séchage des produits (Tableau 5).

## 2 – Variation de la teneur résiduelle en eau

La teneur résiduelle en eau qui chute de 75 à 11% en 8 heures se fixe à cette dernière valeur pendant le reste de la période étudiée (Tableau 5).

## Caractéristiques organoleptiques de la pâte fermentée séchée obtenue à partir des grains germés et non germés

Le potopoto fabriqué à partir des grains germés de maïs n'est pas du tout clair (100% des dégustateurs), son goût légèrement plus sucré (100% des dégustateurs) et plus aigre (40% des dégustateurs), sa texture est moins visqueuse (100% des dégustateurs) que le potopoto des grains non germés (Tableau 6).

Tableau 5

## Evolution pH du potopoto séché fait à base des grains germés et non germés

Durée de séchage (heures)	Températures moyennes dans le séchoir (°C)	Nature du produit	pH avant séchage	pH après séchage	Variation du pH	Teneur en eau (%)
5	43,7	G.NG	3,88	3,90	0,02	14
		G.G	3,84	3,86	0,02	15
8	43,7	G.NG	3,82	3,86	0,04	11
		G.G	3,84	3,88	0,04	11

G.G= Pâte fait à base des grains germés.

G.NG= Pâte fait à base des grains non germés.

**Tableau 6**  
**Résultats du test organoleptique effectué sur la pâte**  
**obtenue à base des grains germés et non germés**  
**exprimés en pourcentage de personnes**

Caractéristiques		G.NG	G.G
		Effectif (%)	Effectif (%)
Couleur	claire	100	
	sombre		100
Odeur	agréable	15	55
	acceptable	65	25
Goût	plus sucré		100
	moins sucré	100	
	plus aigre		40
	moins aigre	15	
Texture	plus consistant		100
	moins consistant	100	

## Discussion et conclusion

Pendant la production du pototo-poto, la phase de lavage des grains avant et après trempage est une opération importante, elle influe sur les caractéristiques organoleptiques des produits finis. Les ateliers pratiquant le lavage des grains avant et après trempage produisent un pototo-poto de meilleure qualité.

Du point de vue caractéristiques biochimiques, le pototo-poto à base des grains germés présente une diminution de l'acide lactique et une augmentation de l'acide acétique tandis que dans le pototo-poto à base des grains non germés l'acide lactique augmente et l'acide acétique diminue. Cette différence résulterait des caractéristiques métaboliques de certaines bactéries lactiques qui peuvent utiliser le lactate comme source d'énergie. En effet, après élimination du glucose du milieu, le lactate peut être converti en acétate, en présence d'oxygène, par *Lactobacillus plantarum* en empruntant la voie de la pyruvate oxydase (4). De même Murphy *et al.* (13) ont montré une croissance de *Lactobacillus plantarum* aux dépens du lactate dans un milieu complexe.

Les deux produits obtenus sont acides (pH= 3,8 et 3,75), résultat d'une production d'acides organiques (acides lactique, acétique) dans les deux types de pototo-poto. Ces résultats confirment ceux de Louembé *et al.* (8). Cette acidité serait responsable comme l'ont signalé plusieurs travaux (3, 10, 18) de l'inhibition du développement de la flore indésirable tels que les entérobactéries et préserveraient donc cet aliment de la contamination microbienne.

La différence de consistance et le goût légèrement sucré résulterait de l'hydrolyse partielle de l'amidon dans la pâte fait des grains germés par les micro-organismes présents; le goût plus aigre du pototo-poto fait à base des grains germés proviendrait de la concentration plus importante de l'acide acétique.

L'emploi des grains pré-germés dans la fabrication du pototo-poto peut être considéré comme un moyen d'améliorer les qualités nutritionnelles de ce produit utilisé fréquemment comme aliment de sevrage. En effet, bien que le procédé de fabrication de la pâte à partir des grains pré-germés est laborieux et dure plus longtemps que le procédé habituellement utilisé pour fabriquer le pototo-poto, la production du pototo-poto à partir des grains pré-germés a un impact sur le plan nutritionnel. En effet, comme plusieurs auteurs (17, 24) l'ont souligné, la germination des graines de maïs permet la solubilisation de certains acides aminés (lysine et tryptophane), l'augmentation de la teneur en certaines vitamines [acide ascorbique, niacine (B<sub>3</sub>), riboflavine (B<sub>2</sub>)] et dégradation partielle des phytates et polysaccharides. En outre, la germination, selon Raimbault (20), conduit à l'hydrolyse partielle de l'amidon provoquant la fluidisation et une chute de la viscosité des produits et permet en conséquence d'obtenir des concentrations énergétiques élevées des produits préparés.

La faible variation de pH (2% et 4%) au cours du séchage au soleil suggère des variations des proportions en acide lactique comme dans le cas du séchage de l'amidon aigre (6).

La teneur en eau de 11% représente certainement l'eau résiduelle. Cette teneur en eau proche de la teneur standard (environ 10%) des aliments séchés, peut donc être considérée comme acceptable et préserve la pâte séchée des contaminations microbiennes. En effet, c'est la disponibilité de l'eau (activité de l'eau, A<sub>w</sub>) de même que l'acidité et la température de l'environnement qui sont d'une importance vitale pour tous les organismes vivants. Ces paramètres conditionnent les activités métaboliques et donc la vie des micro-organismes.

## Remerciements

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements à l'Agence Aire-Développement et à l'Unesco d'avoir mis à leur disposition des moyens financiers ayant permis la réalisation de la présente étude.

## Références bibliographiques

1. Akinrele I.A. & Edwards C.C.A., 1971, An assessment of the nutritive value of maize-soja mixture, soy-ogi, as a weaning food in Nigeria. *Brit. J. Nutr.* 26, 177-185.
2. Chavan J.K. & Kadam S.S., 1989, Nutritional improvement of cereals by fermentation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28, 5, 351-400.
3. Cooke R.D., Twiddy D.R. & Reilly P.J.A., 1987, Lactic acid fermented as a low-cost means of food preservation in tropical countries. *FEMS Microbiol. Rev.* 46, 369-379.
4. de Roissart H. & Luquet F.M., 1994, Bactéries lactiques, aspects fondamentaux et technologiques. Volume 1, éditeur LORICA.
5. Desikachar H.S.R., 1980, Development of weaning foods with high caloric density and low hot-paste viscosity using traditional technologies. *Food and Nutrition Bulletin*, 2, 4, 21-23.
6. Dufour D., Zakhia N. & Chuzel G., 1995, Influence de la fermentation et du séchage solaire sur l'acquisition du pouvoir de panification de l'amidon aigre de manioc. *In: Transformation alimentaire du manioc*; T. Agbor, A. Brauman, D. Griffon, S. Trèche. Ed. Orstom.
7. Gopaldas T., Deshpande S. & John C., 1988, Studies on a wheat based amylase-rich food. *Food and Nutrition Bulletin*, 10, 55-59.
8. Louembé D., Brauman A., Tchicaya F. & Kobawila S.C., 1996, Etude microbiologique et biochimique de la bouillie de maïs "poto-poto". *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 14, 245-253.
9. Mensah P., Ndiokwelu C.I., Uwagebuta A., Ablordey A., Van Boxtel A.M.G.A., Brinkman C., Nout M.J.R. & Ngoddy P.O., 1995, Feeding of lactic-fermented high nutrient density weaning formula in pediatric settings in Ghana and Nigeria: acceptance by mother and infant and performance during recovery from acute diarrhoea. *International Journal of Sciences and Nutrition*, 46, 353-362.
10. Mensah P., Tomkins A.M., Drasar B.-S. & Harrison T.J., 1992, Antimicrobial effect of fermented Ghanaian maize dough. *J. Appl. Bacteriol.* 70, 203-210.
11. Mosha A.C. & Svanberg U., 1983, Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. *Food and Nutrition Bulletin*, 5, 10-14.
12. Murdock F.A. & Fields M.L., 1984, B-vitamin content of natural lactic acid fermented corn meal. *J. Food Sci.* 49, 373-375.
13. Murphy & Condon, 1985, *In: Bactéries lactiques*; Roissart et Luquet, vol. 1, page 303. Ed. LORICA F. 38410 Uriage, 1994.
14. Nago C.M., Devautour H. & Muchnik J., 1990, Technical resources of food processing microenterprises in Benin. *Agritrop.* 14,3, 7-11.
15. Nago C.M., Hounhouigan J.D., Akissoe N., Zanou Elisabeth & Mestres C., 1998, Characterization of Beninese traditional ogi, a fermented maize slurry: physicochemical and microbiological aspects. *International Journal of Food Science and Technology*, 33, 307-315.
16. Nicol B.M., 1971, Protein and calories concentration. *Nutrition Reviews*, 29, 83-88.
17. Nout M.J.R., 1993, Processed weaning foods for tropical climates. *International Journal of Sciences and Nutrition*, 43, 213-221.
18. Okafor N. & Oyolu C., 1984, Study on cassava retting for foo-foo production. *J. Appl. Bacteriol.* 56, 1-13.
19. Plahar W.A. & Leung H.K., 1983, Composition of Ghanaian fermented maize meal and the effect of soya fortification on sensory properties. *J. Sci. Food Agric.* 34, 407-411.
20. Raimbault M., 1995, Importance des bactéries lactiques dans les fermentations du manioc. *In: Transformation alimentaire du manioc*, T. Agbor Egbe, A. Brauman, D. Griffon, S. Trèche (éd) 1995, édition ORSTOM.
21. Rutishauser I.H.E., 1974, Factors affecting the intake of energy and protein in Ugandan pre-school children. *Ecology of food and Nutrition*, 3, 213-222.
22. Trèche S. & Giamarchi P., 1991, Utilisation d'enzymes produites industriellement pour l'amélioration de la densité des bouillies de sevrage. Communication présentée au séminaire - atelier "Les bouillies de sevrage en Afrique centrale", 21-24 mai 1991, Bureau régionale de l'OMS, Brazzaville.
23. Trèche S., Giamarchi P., Gallon G. & Massamba J., 1992, Les bouillies de sevrage au Congo: composition, valeur nutritionnelle et modalités d'utilisation. 5<sup>ème</sup> journée internationale du Germ. Montpellier, 22-27 novembre 1992.
24. Wearver L.T., 1994, Feeding the weaning in the developing world: Problems and solutions. *Inter. J. Foods Sci. Nutr.* 45, 127-134.

D. Louembé, Congolais, Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Maître de Conférences, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi.

S.C. Kobawila, Congolais, Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle, Maître Assistant, Faculté des Sciences, Université Marien Ngouabi.

S. Kéléké, Congolais, Doctorat unique, Chargé de Recherche, Délégation Générale de la Recherche Scientifique et Technologique.

J.- P. Nzoussi, Congolais, Etudiant, Diplôme Ingénieur de développement rural.

# INDEX

## INDEX AUTHORS

- Abo M.E. 116  
 Afolabi A. 116  
 Aissatou K. 11  
 Aké S. 176  
 Alegbejo M.D. 116  
 Aman Kadio G. 176  
 Amani N'G.G. 77  
 Aniekwe N.L. 185  
 Anikwe M.A.N. 40, 185  
 Atti Naziha 26  
 Beckers J.F. 110  
 Ben Mbarek K. 97  
 Bilong P. 3  
 Boly H. 110  
 Boujelben A. 97  
 Buendia Susana 191  
 Coulibaly Aissatou 77  
 Coulibaly I. 110  
 Deffo V. 19  
 Degli P. 146  
 Dia Kamgnia Bernadette 104  
 Djoukam J. 32  
 Dosso H. 127  
 Dupont-Nivet Mathilde 127  
 Espinoza J. 191  
 Faya B. 64  
 Foko J. 139  
 Fontem D.A. 122  
 Freitas V.J.F. 146  
 Gaye A. 199  
 Gérard H. 1  
 Giorgetti A. 146  
 Golmirzaie A.M. 191  
 Hounzangbe-Adoté Sylvie M. 19  
 Huart A. 204  
 Ifenkwe O.P.173  
 Ipou Ipou J. 176  
 Iwuoha C.I. 56  
 Jannot Y. 70  
 Kaho F. 49  
 Kamenan A. 151  
 Kapseu C. 70  
 Kéléké S. 211  
 Killanga S. 64  
 Kisasa R. 180  
 Kobawila S.C. 211  
 Koffi J.-C. 168  
 Kouakou K.L.163  
 Kouamé L.P. 151  
 Kouriba A. 134  
 Kudi A.C. 32  
 Laurent S. 70  
 Leroy P. 110, 204  
 Loe J.O. 32  
 Lopes Júnior E.S. 146  
 Louembé D. 211  
 Mahouachi M. 26  
 Maliki R. 19  
 Marcotty T. 93  
 Marnotte P. 176  
 Mbega J.-D. 47  
 Mbétid-Bessane E. 88, 156  
 Mergeai G.161  
 Mpoame M. 84  
 Mura S. 146  
 N'Da K. 168  
 Nantoumé H. 134  
 Nasiru I. 173  
 Ndébi G. 104  
 Ngameni E. 70  
 Ngouo L.V. 139  
 Nguemfo Edwige Laure 84  
 Nguemo Dongock Delphine 139  
 Nguimbo B.A.K. 49  
 Niamké S.L. 151  
 Niba A.T. 32  
 Njikam Nsangou I. 204  
 Njomgang Rosaline 3  
 Noumi G.B. 70  
 Nounamo L. 3  
 Nzoussi J.-P. 211  
 Obounou Z.L. 64  
 Okereke O.U. 185  
 Ortiz R. 191  
 Otchoumou A. 127, 168  
 Ould Ferroukh H.H.M. 19  
 Palata J.C. 180  
 Parmentier M. 70  
 Pinta J.Y. 139  
 Pitala W. 110  
 Puit Marielle 204  
 Pwema V. 180  
 Rondina D. 146  
 Rouissi H. 26  
 Sawadogo L.110  
 Soloviev P. 199  
 Sousa Noelita Melo 110  
 Suh M.N. 122  
 Sy A.A. 116  
 Tchiégang C. 11  
 Tchoumboué J. 104, 139  
 Téguia A. 32, 84  
 Tetchi F.A. 77  
 Tissaoui Maha 26  
 Togola D. 134  
 Torquebiau E. 19  
 Touré Y. 176  
 Vanga A.F. 159  
 Yapo P.A. 151  
 Yemefack M. 3, 49  
 Younyi P.C. 122  
 Zango P. 139  
 Zongo M.110  
 Zonkeng C.G. 49  
 Zoro Bi I.A. 163

## INDEX COUNTRIES

- Belgium 1, 161  
 Burkina Faso 110  
 Brazil 146  
 Cameroon 3, 11, 32, 49, 64, 70, 84, 104, 122, 139  
 Central African Republic 88, 156  
 Congo 211  
 Democratic Republic of Congo 180  
 Equatorial Guinea 204  
 Gabon 47  
 Ivory Coast 77, 127, 151, 159, 163, 168, 176  
 Mali 134  
 Nigeria 40, 56, 116, 173, 185  
 Peru 191  
 Senegal 199  
 Togo 19  
 Tunisia 26, 97  
 Zambia 93

## INDEX SUBJECTS

**Animal Health**

- Optimisation and Rationalisation of Cattle Immunisation against *Theileria parva* in Eastern Zambia (*in English*) .. 93

**Animal Nutrition**

- Effects of Substitution of Soybean Meal by Urea on Growth Performance of Tunisian Local Breed Lambs (*in French*) ..... 26
- Comparative Trials on Maggot Production in Chicken Droppings and Cow Dung (*in French*) ..... 84
- The Edible Ivorian Snails: Effects of some Vegetables, Concentrated Diets and Dietary Calcium on the Growth of *Archachatina ventricosa* (Gould, 1850) in Indoor Rearing (*in French*) ..... 127
- Diets Based on Papaya and Oocyte Ripening by *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) in Ivory Coast (*in French*) .... 168

**Animal Production**

- Effects of Substitution of Soybean Meal by Urea on Growth Performance of Tunisian Local Breed Lambs (*in French*) ..... 26
- Influence of Level of Cottonseed Cake in the Diet on the Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Guinea Pigs in Cameroon (*in English*) ..... 32
- Evaluation of the Productivity of the Periurban Sheep at Maroua in the Far North of Cameroon (*in French*) ..... 64
- Study of Marketing Margins in Pig Marketing Channels in Cameroon (*in French*) ..... 104
- Application of Ultrasonography to the Investigation of Follicular Dynamic in Synchronized 'Goudali' Zebu Females (*in French*) ..... 110
- Reproductive and Mortality Characters of Young Toronké Sheep on the Animal Research Station of Kayes (*in French*) ..... 134
- Physiological Response of Local and Saanen x Local Cross Goats during the Late Rainy Season in North-eastern Brazil (*in English*) ..... 146
- Diets Based on Papaya and Oocyte Ripening by *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) in Ivory Coast (*in French*) ..... 168
- Raising of the Mole-rat (*Cryptomys mehowi*, Rodent: Bathyergidae) at Kinshasa, Democratic Republic of Congo (*in French*) ..... 180

**Animal Protection**

- Dynamic of Bush Meat Networks in the Continental Region of Rio Muni in Equatorial Guinea (*in French*) ..... 204

**Beekeeping**

- Beekeeping, Income Diversification Source for Small Farmers: Case of the Cotton Basin in Central African Republic (*in French*) ..... 156

- Bibliography** ..... 94

**Cattle Breeding**

- Reproductive and Mortality Characters of Young Toronké Sheep on the Animal Research Station of Kayes (*in French*) ..... 134
- Physiological Response of Local and Saanen x Local Cross Goats during the Late Rainy Season in North-eastern Brazil (*in English*) ..... 146

**Economics**

- Study of Marketing Margins in Pig Marketing Channels in Cameroon (*in French*) ..... 104
- Dynamic of Bush Meat Networks in the Continental Region of Rio Muni in Equatorial Guinea (*in French*) ..... 204

**Editorial**

- Training in Research for Development (*in French*) ..... 1
- Looking towards the Future ... (*in French and in English*) ..... 161

**Ethnonutrition**

- Ethnonutritional Data and Physicochemical Characteristics of Consumed Leafy Vegetables in the Adamawa Savannah (Cameroon) (*in French*) ..... 11

**Fish Farming**

- Fish Biodiversity in the Lower-Ogooué River, Gabon (*in French*) ..... 47
- Socio-economic Consequences of Natural Resources Management: Case of Fisheries in Lakes Ayamé and Buyo (Ivory Coast) (*in French*) ..... 159

**Food Resource**

Raising of the Mole-rat ( <i>Cryptomys mechowii</i> , Rodent: Bathyergidae) at Kinshasa, Democratic Republic of Congo (in French) .....	180
Dynamic of Bush Meat Networks in the Continental Region of Rio Muni in Equatorial Guinea (in French) .....	204
Variability and Improvement of Maize Fermented Dough Traditional Technology Production in Congo (in French) .....	211

**Food Technology**

Physico-chemical Properties of Starch from Ginger Rhizome ( <i>Zingiber officinale roscoe</i> ) of Ivory Coast (in French) .....	77
Variability and Improvement of Maize Fermented Dough Traditional Technology Production in Congo (in French) .....	211

**Forestry**

Vegetative Propagation Methods Adapted to Two Rattan Species <i>Laccosperma laeve</i> and <i>L. Secundiflorum</i> (in English) .....	163
--	-----

**Human Nutrition**

Variability and Improvement of Maize Fermented Dough Traditional Technology Production in Congo (in French) ...	211
---	-----

**Minilivestock**

The Edible Ivorian Snails: Effects of some Vegetables, Concentrated Diets and Dietary Calcium on the Growth of <i>Archachatina ventricosa</i> (Gould, 1850) in Indoor Rearing (in French) .....	127
Diets Based on Papaya and Oocyte Ripening by <i>Achatina fulica</i> (Bowdich, 1820) in Ivory Coast (in French) ....	168
Raising of the Mole-rat ( <i>Cryptomys mechowii</i> , Rodent: Bathyergidae) at Kinshasa, Democratic Republic of Congo (in French) .....	180

**Parasitology**

Optimisation and Rationalisation of Cattle Immunisation against <i>Theileria parva</i> in Eastern Zambia (in English) ....	93
--	----

**Pedology**

The Effect of Short Rotation <i>Desmodium distortum</i> Planted Fallow on the Productivity of Ultisols in Centre Cameroon (in English) .....	49
--	----

**Plant Breeding and Genetics**

Optimization of Grafting for three Gathered Fruit Species of Sahelo-Sudanese Areas: <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Detarium senegalense</i> and <i>Tamarindus indica</i> (in French) .....	199
--	-----

**Plant Inventory**

Inventory and Identification of Melliferous Plants of the Soudano-Guinean Western Highlands of Cameroon (in French) .....	139
---	-----

**Plant Pathology**

Effects of Crop Sanitation and Ridomil MZ Applications on Late Blight Severity and Tomato Yields in Cameroon (in English) .....	122
Screening of Bi-parental and Mutant Clones of Sugarcane <i>Saccharum officinarum</i> L. for Resistance to Smut Disease (in English) .....	173

**Plant Production**

Effects of Agricultural Land Use Practices on Clay Content and Related Agronomic Properties of an Oxisol in Southern Cameroon (in French) .....	3
Ethnonutritional Data and Physicochemical Characteristics of Consumed Leafy Vegetables in the Adamawa Savannah (Cameroon) (in French) .....	11
The Effect of Short Rotation <i>Desmodium distortum</i> Planted Fallow on the Productivity of Ultisols in Centre Cameroon (in English) .....	49
Comparative Evaluation of Physico-chemical Characteristics of Flours from Steeped Tubers of White Yam ( <i>Dioscorea rotundata</i> Poir), Water Yam ( <i>Dioscorea alata</i> L.) and Yellow Yam ( <i>Dioscorea cayenensis</i> Lam.) (in English) .....	56
Physico-chemical Properties of Starch from Ginger Rhizome ( <i>Zingiber officinale roscoe</i> ) of Ivory Coast (in French) .....	77
Weakness of Family Man Power and Diversification of Farms Activities in the Cotton Zone of Central African Republic (in French) .....	88

Behaviour Study of Tomato ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) and Red Pepper ( <i>Capsicum annum</i> L.) Crops under Greenhouse Conditions Conducted in Single and Twinned Rows ( <i>in French</i> ) .....	97
Evidence for Non-Transmission of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) through Rice Seed ( <i>in English</i> ) .....	116
Vegetative Propagation Methods Adapted to Two Rattan Species <i>Laccosperma laeve</i> and <i>L. Secundiflorum</i> ( <i>in English</i> ) .....	163
Influence of some Environmental Factors on <i>Euphorbia heterophylla</i> L. (Euphorbiaceae) Seeds Germination ( <i>in French</i> ) .....	176
Modulating Effect of Black Plastic Mulch on the Environment, Growth and Yield of Cassava in a Derived Savanna Belt of Nigeria ( <i>in English</i> ) .....	185
Open Pollinated Offspring for Producing Potatoes from True Seed ( <i>in English</i> ) .....	191
Optimization of Grafting for three Gathered Fruit Species of Sahelo-Sudanese Areas: <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Detarium senegalense</i> and <i>Tamarindus indica</i> ( <i>in French</i> ).....	199
<b>Plant Protection</b>	
Evidence for Non-Transmission of Rice Yellow Mottle Virus (RYMV) through Rice Seed ( <i>in English</i> ) .....	116
Effects of Crop Sanitation and Ridomil MZ Applications on Late Blight Severity and Tomato Yields in Cameroon ( <i>in English</i> ) .....	122
Screening of Bi-parental and Mutant Clones of Sugarcane <i>Saccharum officinarum</i> L. for Resistance to Smut Disease ( <i>in English</i> ) .....	173
<b>Ph.D. Thesis</b>	
Fish Biodiversity in the Lower-Ogooué River, Gabon ( <i>in French</i> ) .....	47
Optimisation and Rationalisation of Cattle Immunisation against <i>Theileria parva</i> in Eastern Zambia ( <i>in English</i> ) ....	93
Socio-economic Consequences of Natural Resources Management: Case of Fisheries in Lakes Ayamé and Buyo (Ivory Coast) ( <i>in French</i> ) .....	159
<b>Research</b>	
Training in Research for Development ( <i>in French</i> ) .....	1
<b>Socio-Economy</b>	
Beekeeping, Income Diversification Source for Small Farmers: Case of the Cotton Basin in Central African Republic ( <i>in French</i> ) .....	156
Socio-economic Consequences of Natural Resources Management: Case of Fisheries in Lakes Ayamé and Buyo (Ivory Coast) ( <i>in French</i> ) .....	159
<b>Soil Productivity</b>	
Quantifying the Effects of Crop and Soil Management Practices on Soil Productivity Using N as a Soil Quality Indicator ( <i>in English</i> ) .....	40
The Effect of Short Rotation <i>Desmodium distortum</i> Planted Fallow on the Productivity of Ultisols in Centre Cameroon ( <i>in English</i> ) .....	49
<b>Soil Fertility</b>	
Contingent Constraints to a Technology Adoption. Constraints Contingent Evaluation to Soils Fertilisation Using Maize-Mucuna-Mineral Fertilizer System in the Southern Part of Togo ( <i>in French</i> ) .....	19
<b>Soil Science</b>	
Effects of Agricultural Land Use Practices on Clay Content and Related Agronomic Properties of an Oxisol in Southern Cameroon ( <i>in French</i> ) .....	3
Research and Comparative Study of Protease Activities of Neutral Castes of Termite <i>Macrotermes subhyalinus</i> ( <i>Termitidae</i> , <i>Macrotermitinae</i> ) and its Symbiotic Fungus <i>Termitomyces</i> sp. ( <i>in French</i> ) .....	151
<b>Veterinary Science</b>	
Optimisation and Rationalisation of Cattle Immunisation against <i>Theileria parva</i> in Eastern Zambia ( <i>in English</i> ) ....	93
Influence of Level of Cottonseed Cake in the Diet on the Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Guinea Pigs in Cameroon ( <i>in English</i> ) .....	32
Evaluation of the Productivity of the Periurban Sheep at Maroua in the Far North of Cameroon ( <i>in French</i> ) .....	64
Comparative Trials on Maggot Production in Chicken Droppings and Cow Dung ( <i>in French</i> ) .....	84
Reproductive and Mortality Characters of Young Toronké Sheep on the Animal Research Station of Kayes ( <i>in French</i> ) .....	134

## DEMANDE DE RENOUVELLEMENT DE L'ABONNEMENT À LA REVUE TROPICULTURA

Je soussigné

Nom: ..... Prénom: .....

Profession: .....

Numéro d'abonnement: .....

Adresse: .....

Souhaite continuer à recevoir la revue Tropicultura: **oui - non**

Signature

---

### Avis concernant le fonctionnement actuel de la revue

La régularité avec laquelle je reçois la revue est: **1** insatisfaisante, **2** bonne à très bonne.

La diversité des thèmes traités dans Tropicultura est: **1** trop faible, **2** satisfaisante, **3** trop importante.

La longueur des articles publiés est: **1** trop faible, **2** satisfaisante, **3** trop importante.

Le nombre d'articles publiés par numéro est: **1** trop faible, **2** satisfaisant, **3** trop important.

La qualité des illustrations des articles publiés est: **1** trop faible, **2** satisfaisante.

Le nombre d'articles publiés en Français est: **1** trop faible, **2** satisfaisant, **3** trop important.

Le nombre d'articles publiés en Anglais est: **1** trop faible, **2** satisfaisant, **3** trop important.

Le nombre d'articles publiés en Espagnol est: **1** trop faible, **2** satisfaisant, **3** trop important.

Le nombre d'articles traitant de sujets concernant les régions méditerranéennes est: **1** trop faible, **2** satisfaisant, **3** trop important.

La qualité typographique de la revue est globalement: **1** faible, **2** moyenne, **3** bonne.

Le contenu des articles publiés est globalement: **1** peu intéressant, **2** moyennement intéressant, **3** très intéressant.

### Propositions d'amélioration du contenu de la revue

.....  
.....  
.....

### Avis concernant quelques propositions de changements du mode de fonctionnement de la revue.

Vous avez accès à Internet: **1** jamais, **2** très difficilement, **3** facilement, **4** très facilement.

Si vous avez accès à Internet, le téléchargement et l'impression de document est pour vous: **1** difficile, **2** facile.

Seriez-vous d'accord que la revue ne soit plus publiée que sur Internet pour les particuliers?: **oui - non**

Seriez-vous d'accord d'envoyer vos manuscrits et toute correspondance concernant leur traitement par Internet (e-mail)?: **oui - non**

Ce questionnaire est à renvoyer par la poste, par fax ou scanné via internet aux adresses suivantes:

Poste: Tropicultura, 1A Square du Bastion, B-1050 Bruxelles, Belgique

Fax: ++32 2 514 72 77

Email: mjdesmet.tropicultura@belgacom.net



## RENEWAL FORM FOR SUBSCRIPTION TO TROPICULTURA

Surname:..... Name:.....

Profession: .....

Subscription Number: .....

Address: .....

Wishes to continue receiving Tropicultura: **yes – no**

Signature

---

### Remarks concerning the present functioning of the Journal

The frequency with which I receive the Journal is: **1** unsatisfactory, **2** good to very good.

The diversity of themes treated in Tropicultura is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The length of the articles published is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The number of articles published per number is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The quality of the articles' illustrations is: **1** too low, **2** satisfactory.

The number of articles published in French is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The number of articles published in English is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The number of articles published in Spanish is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The number of articles dealing with subjects about Mediterranean regions is: **1** too low, **2** satisfactory, **3** too high.

The typographical quality of the Journal is globally: **1** low, **2** average, **3** good.

The content of the articles published is globally: **1** not very interesting, **2** moderately interesting, **3** very interesting.

### Propositions to improve the content of the Journal

.....

.....

.....

### Note concerning some propositions of change in the Journal's mode of functioning.

You have access to Internet: **1** never, **2** with great difficulty, **3** easily, **4** very easily.

If you have access to Internet, the downloading and printing of documents is: **1** difficult, **2** easy.

Would you agree if the Journal was only available on Internet for individuals?: **yes - no**

Would you agree with sending your manuscripts and any post concerning their treatment by Internet (e-mail)?:  
**yes - no**

This form is to be returned by post, by fax or scanned via internet to the following addresses:

Post: Tropicultura, 1A Square du Bastion, B-1050 Brussels, Belgium

Fax: ++32 2 514 72 77

Email: mjdesmet.tropicultura@belgacom.net



## ORGANIZACIÓN

### Naturaleza de la entidad responsable de la publicación y el asunto de la revista TROPICULTURA.

Agri-Overseas a.s.b.l. es una asociación creada con el objetivo de establecer relaciones profesionales de interés común entre todos aquellos quienes obran para el desarrollo rural en los países del Sur. Esta asociación publica la revista científica y de información "Tropicultura" dedicada a los problemas rurales en los países en desarrollo.

Esta revista es editada trimestralmente con el apoyo de la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD), Servicio Público Federal de Asuntos exteriores, Comercio Exterior y Cooperación al Desarrollo, y aquel de la región de Bruselas - Capital.

Agri-Overseas asbl se compone de miembros individuales y de las instituciones belgas siguientes: las cuatro Facultades en Ciencias agrónomas de Bélgica (Gembloux, Gent, Leuven y Louvain- La- Neuve), las dos Facultades en Medicina veterinaria (Gent y Liège), el Departamento de Salud animal del Instituto de Medicina tropical de Emberes (Antwerpen), la Sección *interfacultaria* de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades Universitarias de Nuestra Señora de la Paz (Namur), la Fundación Universitaria Luxemburguesa (Arlon), la Dirección General de la Cooperación al Desarrollo (DGCD).

### Consejo de administración

El consejo de administración de Agri-Overseas se compone del Profesor Dr Vercruysse, Presidente; del Dr Ir G. Mergeai, Administrador Delegado; del Dr E. Thys, Secretario; del Profesor Dr B. Losson, Tesorero; del Profesor Honorario Dr Ir J. Hardouin, miembro.

### Comité de redacción

El comité de redacción se compone del Dr Ir G. Mergeai, Redactor en jefe, y de los siguientes redactores delegados: el Profesor Dr J. Deckers para «la Ecología, la Fertilidad de los suelos y los Sistemas de explotación», el Profesor Dr J.-C. Micha para «la Pesca y la Piscicultura», el Dr E. Thys para «la Producción animal y los Animales de caza», el Profesor Dr Ir P. Van Damme para «la Agronomía y la Silvicultura», el Profesor Dr J. Vercruysse para «la Salud animal» y Ir F. Maes, colaborador científico. La secretaría trata directamente los otros temas en lo que posee competencia (economía, sociología,...).

### Secretaría de redacción

1A, Square du Bastion, B- 1050 Bruxelles – Bélgica  
Teléfono: ++32.(0)2.550 19 61/ 62; Fax.: ++32.(0)2.514 72 77  
Email: [ghare.tropicultura@belgacom.net](mailto:ghare.tropicultura@belgacom.net), [mjdesmet.tropicultura@belgacom.net](mailto:mjdesmet.tropicultura@belgacom.net)  
Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

### Distribución

La distribución de la revista TROPICULTURA es gratuita y puede ser obtenida con un simple pedido escrito, dirigido a la secretaría de redacción.

## ALCANCE DE LA REVISTA

TROPICULTURA publica artículos originales, informes de investigación y síntesis, resúmenes de libros y tesis, así como informes de películas y soportes audiovisuales en lo que concierne a todas las áreas vinculadas al desarrollo rural: producciones vegetales y animales, ciencias veterinarias, ciencias forestales, ciencias del suelo y de la tierra, Ingeniería rural, ciencias del medio ambiente, bioindustrias, industria agro-alimentaria, sociología y economía.

## INSTRUCCIÓN A LOS AUTORES

Los temas de los artículos publicados en la revista Tropicultura conciernen todo lo es vinculado al desarrollo rural y la gestión sostenible del medio ambiente de las regiones cálidas del planeta. Se dará la prioridad a los artículos que presentan asuntos originales, abarcando un ámbito lo más amplio posible, es decir cuyo contenido concierne sobre todo aspectos metodológicos transferibles en un conjunto amplio de medios ambientes y regiones del mundo. De igual manera, se dará una atención particular en la fiabilidad de las informaciones publicadas, es decir, cuando se trata de resultados experimentales, en el número de repeticiones de los ensayos, en el tiempo y en el espacio, que son al origen de los datos obtenidos.

Los manuscritos serán inéditos y no habrán sido sometidos a una publicación anteriormente o simultáneamente. Se pueden redactar en uno de los cuatro idiomas siguientes: inglés, español, francés y holandés. Los manuscritos están dirigidos al redactor en jefe a través del servicio postal, en tres ejemplares, en forma de documento en papel o directamente a la dirección electrónica de la secretaría de redacción, en forma de archivos adjuntos. Se redactarán en cara simple, en doble espacio (27 líneas de 60 caracteres por página en formato DIN A4), con un margen de 3,5 cm mínimo alrededor de la superficie imprimada. Ellos contendrán un máximo de diez páginas de texto (excluyendo la primera página, los resúmenes y las referencias bibliográficas). La primera página llevará: el título, el título abreviado (máximo 55 caracteres), los apellidos y nombres completos de los autores, la dirección profesional completa de cada uno, los agradecimientos eventuales. El apellido del autor corresponsal será marcado mediante un " \* " y su dirección completada por sus números de teléfono y telecopia y de su dirección electrónica.

Las páginas siguiendo la primera página presentarán: (i) los resúmenes (max 200 palabras) en el idioma del manuscrito y en inglés, precedidos del título traducido y seguidos de un máximo de seis palabras claves dentro de cada uno de los dos idiomas; (ii) el texto principal; (iii) la bibliografía; (iv) los cuadros numerados por medio de cifras árabes; (v) las ilustraciones identificadas sin ambigüedad por un número al verso; (vi) las leyendas de los cuadros y las ilustraciones. Todas las páginas serán numeradas en continuo. Las figuras serán dibujadas de manera profesional. Las fotografías serán proporcionadas no montadas, bien contrastadas sobre papel brillante.

Solamente los coautores, quienes habrán manifestado por escrito su acuerdo para que su nombre figura en un manuscrito, aparecerán en la versión final del artículo publicado en Tropicultura. Los acuerdos escritos de los coautores concerniendo este punto podrán ser transmitidos al Comité de redacción en forma de correo postal o electrónico. La aprobación del organismo de tutela de los autores es supuestamente adquirida para todo artículo que se publica en Tropicultura. Agri-Overseas declina toda responsabilidad en esa materia.

El primer depósito de un artículo a la redacción podrá hacerse en forma impresa o en forma electrónica. En la medida de lo posible, después de la aceptación del artículo para publicación, el autor dará su última versión, revisada y corregida, sobre un disquete (o en forma de archivo adjunto). El software Word es recomendado pero una versión ASCII o RTF de los archivos es aceptada.

El texto estará generalmente dividido en introducción, material y método, resultados, discusión, conclusiones. La subdivisión del texto no sobrepasará de dos niveles. Los subtítulos, muy concisos serán conformados en minúsculas y jamás no serán subrayados.

Las referencias estarán citadas dentro del texto por medio de números ubicados entre paréntesis. En caso de citación de varias referencias, sus números se sucederán por orden ascendente.

Las referencias bibliográficas serán clasificadas por orden alfabético de apellidos de autores y por orden cronológico para un autor dado. Ellas estarán numeradas en continuo, comenzando por la cifra 1.

Para los artículos de revistas, las referencias comprenderán: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el nombre de la revista, el número del volumen subrayado, los números de la primera y de la última página separadas por un guión.

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

Para las monografías, los elementos siguientes son esenciales: los apellidos de los autores seguidos de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el apellido del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado, el número total de páginas de la obra. Los informes de conferencias se tratan como monografías, además, ellos mencionarán si es posible el lugar, la fecha de la reunión y el (los) editor(es) científico(s).

Ejemplo: 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.

Una comunicación personal será mencionada en el texto por las iniciales del nombre, seguidas del apellido, comunicación personal y el año. Ejemplo (W.R. Allan, comunicación personal, 1988). Esta referencia no se volverá a tomar dentro de las referencias bibliográficas.

Las referencias anónimas serán mencionadas numéricamente en el texto y en las referencias bibliográficas. Anónimo (año). Título. Fuente (donde las informaciones pueden ser encontradas.)

El comité de redacción se reserva el derecho de rechazar todo artículo no conforme a las prescripciones mencionadas en la parte superior.

Los artículos están sometidos a uno o a varios lectores escogidos por la redacción y esos lectores se mantendrán anónimos por los autores.

En caso de aceptación del artículo, la redacción exigirá un compromiso de los diferentes autores a ceder sus derechos de publicación a TROPICULTURA.

# TROPICULTURA

2004 Vol. 22 N° 4

Four issues a year (October- November- December)

## CONTENTS

### EDITORIAL

Looking towards the Future... (*in French and in English*)

**G. Mergeai** ..... 161

### ORIGINAL ARTICLES

Vegetative Propagation Methods Adapted to Two Rattan Species *Laccosperma laeve* and *L. Secundiflorum* (*in English*)

**I.A. Zoro Bi & K.L. Kouakou** ..... 163

Diets Based on Papaya and Oocyte Ripening by *Achatina fulica* (Bowdich, 1820) in Ivory Coast (*in French*)

**K. N'Da, A. Otchoumou & J.-C. Koffi** ..... 168

Screening of Bi-parental and Mutant Clones of Sugarcane *Saccharum officinarum* L. for Resistance to Smut Disease (*in English*)

**I. Nasiru & O.P. Ifenkwe** ..... 173

Influence of some Environmental Factors on *Euphorbia heterophylla* L. (Euphorbiaceae) Seeds Germination (*in French*)

**J. Ipou Ipou, P. Marnotte, G. Aman Kadio, S. Aké & Y. Touré** ..... 176

Raising of the Mole-rat (*Cryptomys mechowii*, Rodent: Bathyergidae) at Kinshasa, Democratic Republic of Congo (*in French*)

**R. Kisasa, J.C. Palata & V. Pwema** ..... 180

Modulating Effect of Black Plastic Mulch on the Environment, Growth and Yield of Cassava in a Derived Savanna Belt of Nigeria (*in English*)

**N.L. Aniekwe, O.U. Okereke & M.A.N. Anikwe** ..... 185

Open Pollinated Offspring for Producing Potatoes from True Seed (*in English*)

**A.M. Golmirzaie, Susana Buendia, J. Espinoza & R. Ortiz** ..... 191

Optimization of Grafting for three Gathered Fruit Species of Sahelo-Sudanese Areas: *Balanites aegyptiaca*, *Detarium senegalense* and *Tamarindus indica* (*in French*)

**P. Soloviev & A. Gaye** ..... 199

Dynamic of Bush Meat Networks in the Continental Region of Rio Muni in Equatorial Guinea (*in French*)

**Marielle Puit, A. Huart, P. Leroy & I. Njikam Nsangou** ..... 204

Variability and Improvement of Maize Fermented Dough Traditional Technology Production in Congo (*in French*)

**D. Louembé, S. Kéléké, S.C. Kobawila & J.-P. Nzoussi** ..... 211

INDEX ..... 219

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

