

TROPICULTURA

2010 Vol. 28 N°1

Trimestriel (janvier- février- mars)

Driemaandelijks (januari- februari- maart)

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



Cirina forda est la chenille comestible qui présente la plus large distribution en Afrique.

Sa consommation est signalée du Burkina Faso à l'Afrique du Sud, en passant notamment par le Bas-Congo, le Katanga, la Zambie et le Zimbabwe.

Photo: M. Léon Lemaire

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

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

Met de steun van
De Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS www.dgos.be, de Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse
Handel en Ontwikkelingssamenwerking www.diplobel.fgov.be,
de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen www.kaowarsom.be, de "Conseil interuniversitaire de la Communauté française de
Belgique CIUF", www.ciuf.be,
de Vlaamse Interuniversitaire Raad VLIR www.vlir.be, en van het Brussels Gewest

BUREAU DE DEPOT – AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIALES

Which Future for Tropicultura? (Continuation)
Quel avenir pour Tropicultura? (Suite)
Welke toekomst voor Tropicultura? (Vervolg)
¿Cual futuro para Tropicultura? (Continuación)

G. Mergeai 1

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Pauvreté et répartition des revenus en zone cacaoyère du Cameroun
Armoede en verdeling van inkomen in het cacao gebied van Kameroen
Pobreza y repartición de los ingresos en zona cacahual del Camerún
D.P. Folefack 5

Effects of Season on the Microbiological Quality of Kilishi, a Traditional Cameroonian Dried Beef Product
Effets de la saison sur les qualités microbiologiques de Kilishi, une viande sèche traditionnelle du Cameroun
Effecten van het seizoen op de microbiologische kwaliteit van Kilishi, een traditioneel gedroogd rundvleesproduct uit Kameroen
Efectos de las estaciones sobre las calidades microbiológicas del Kilishi, una carne seca tradicional del Camerún
D.N. Fonkem, V.N. Tanya & A.L. Ebangi 10

Efecto del desmane y de la modalidad de cosecha sobre las características y producción de racimos de plátano tipo Francés FHIA-21
Effet de l'ablation des mains et de la modalité de la récolte sur les caractéristiques et production des régimes du plantain type français FHIA-21
Effect van de verwijdering van de kammen en van de oogstmodaliteit op de kenmerken en de productie van trossen Franse plantain FHIA-21
A.V. Calvo 16

Picturing Adoption of Below-Ground Biodiversity Technologies among Smallholder Farmers around Mabira Forest, Uganda
Images d'adoption des technologies de la biodiversité du sous-sol parmi les petits exploitants agricoles dans le paysage de la forêt de Mabira, Ouganda
Afbeldingen van de aanneming van technologieën van ondergrondse biodiversiteit bij kleinschalige boeren levend rond het Mabira bos, Oeganda
Imágenes de adopción de tecnologías de la biodiversidad del subsuelo por los pequeños productores agrícolas, en el paisaje de la selva de Mabira, Uganda
B.E. Isabirye, M. Isabirye & Anne M. Akol 24

Etude de la fécondité du silure Africain *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840) en conditions d'élevage
Kunstmattige voortplanting en vruchtbaarheid van de Afrikaanse meerval *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840)
Estudio de la fecundidad del bagre africano *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840) en condiciones de piscicultura
Y.L. Alla, M. Ouattara, M.C. Blé & B.C. Atse 31

Dynamique des infections trypanosomiennes chez des bovins Borgou à la ferme de l'Okpara au Bénin
Dynamiek van Trypanosoom infecties bij het Borgou vee van de Okpara ranch in Benin
Dinámica de infecciones por tripanosoma en los bovinos Borgou en la granja de Okpara, en el Benin
S. Doko Allou, S. Farougou, S. Salifou, E. Ehilé & S. Geerts 37

Evaluation de la résistance de certaines variétés de pomme de terre biologique au mildiou *Phytophthora infestans* (Mont de Bary)
Evaluatie van de weerstand van sommige variëteiten van de biologische aardappel tegen de schimmel *Phytophthora infestans* (Mont de Bary)
Evaluación de la resistencia de algunas variedades de papas ecológicas contra el mildiu *Phytophthora infestans* (Mont de Bary)
S. Ferjaoui, Naïma Boughalleb, N. Khamassi, M. M'Hamdi & M.E. Romdhani 44

Caractéristiques de la population de *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces: Distichodontidae) du lac de barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire). Implications pour une gestion rationnelle du stock
Kenmerken van de *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (vissen: Distichodontidae) populatie in het Taabo dammeer (Bandama bekken, Ivoorkust). Implicaties voor het rationeel beheer van de voorraad
Características de la población de *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces: Distichodontidae) del lago de la represa de Taabo (cuenca del Bandama, Costa de Marfil). Implicaciones para una gestión racional del stock
N'G.G. Aliko, K.S. Da Costa, Y.M. Dietoa, A. Ouattara & G. Gourène 50

Effets du type et de la position de l'explant sur l'induction de cals chez le gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus)
Effecten van het type en de positie van explanten op de inductie van callussen bij gerbera's (*Gerbera jamesonii* Bolus)
Efectos del tipo y la posición del explanto en la inducción de callos en la gérbera (*Gerbera jamesonii* Bolus)
F. Haouala, Nadia Farhat & L. Chabchoub 57

LES ACTIONS DE LA DGCD/DE ACTIVITEITEN VAN DE DGIS/LAS ACTIVIDADES DE LA DGCD 61

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

Which Future for Tropicultura? (Continuation ...)

Dear readers,

As announced in my last editorial, a special meeting involving representatives of Tropicultura partners and stakeholders in the field of scientific and technical publishing regarding the rural development of the South was organised in Brussels on 25 November 2009. The aim of this workshop was to discuss the future of our journal in order to determine the best ways to continue reaching its objectives in a changing world.

This workshop was organised as the Belgian Cooperation decided to continue its financial support to the publishing of Tropicultura after a five-year memorandum of understanding was signed by the Institutional Cooperation Branches of the Flemish Interuniversity Council (VLIR-UOS) and the Interuniversity Council of the Belgian French Community (CUD-CIUF). Representatives from both organisations (VLIR-UOS and CUD-CIUF), as well as the Belgian Royal Academy for Overseas Sciences (KAOW-ARSOM), all the Belgian faculties and institutes involved in rural development research in tropical countries, and the Directorate General for Development Cooperation (DGDC) of the Belgian Ministry of Foreign Affairs took part to this meeting.

You will find below the answers given to the key questions discussed during the workshop. (i) Is it important for Tropicultura to obtain an Impact factor (IF)? A majority of the participants were in favour of an IF. They considered it as an essential quality indicator and a prerequisite to the long term continuation of the journal's editorial activities. This however should not prevent the journal from publishing papers relevant to rural development by authors in need of coaching. (ii) Should Tropicultura be a springboard for Southern researchers to help them publish in scientific journals with high IF? Participants responded positively to this question and pointed out that the coaching of researchers from the South in scientific writing would still be one of the important roles played by Tropicultura in the coming years in order to reach that particular goal. (iii) How to harmonise the scientific interest of papers and the relevance for development (e.g. indicators)? There is no conflict between scientific quality and relevance for development, to the contrary. Together with VLIR and CIUF, KAOW-ARSOM is currently organising a reflexion group on the evaluation of research in the South. This group should be opened to other partners, i.e. Central Africa Museum. VLIR-UOS and CUD-CIUF use already a set of criteria for evaluating academic projects and project proposals. These criteria can also be useful for the referees of Tropicultura. (iv) Is it still relevant or affordable to publish a paper version? Sub-Saharan Africa is the main target of Tropicultura, and many subscribers from that part of the world still need paper copies as access to Internet is neither easy nor cheap. Besides printing electronic files is costly as well. The Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), which publishes Spore Magazine, reported that the readers of paper reviews in the South are 20 times more numerous than their subscribers as the reviews are shared. Moreover subscribers from the North still request paper copies although they have better access to Internet. As the DGDC budget will not make it possible to increase the number of copies of an issue (currently 2,650), a cost-effective strategy has to be implemented to reach as many readers as possible. This strategy will give the priority to organisations and individuals in the South who are located in remote areas. The subscribers from the North will be asked to apply for a renewal of their subscription and encouraged to favour Internet reading (see the enclosed relevant form in this issue). (v) How can dissemination be improved? Beside the solutions already mentioned, an important step forward would consist in Tropicultura becoming a full free open access journal with copyright being the property of authors. Improved retrieval of articles through portals and scientific search engines will also increase the visibility of Tropicultura and boost the citation rate. (vi) How to improve the commitment of researchers of the South and accelerate the editorial process? One of the observations made during the meeting was that a duration of 19 months to publish an article was really too long. To reduce this delay Tropicultura must increase the number of its reviewers and the number of members on its editorial board. In consequence new colleagues from the South will be contacted by the editorial board members and through the VLIR-UOS and CUD-CIUF networks to become referees, and some of them will be asked to join the editorial board.

Earlier this year the board of administrators of Agri-Overseas established a roadmap to implement the actions needed to reach the objectives identified during the workshop. A referee's charter was drafted, and contacts were made to increase the number of referees of the journal. In a very near future each of the articles published in Tropicultura in the past seven years will be available in Pdf format on the website. Thus the necessary improvements have been initiated, and their success will determine the continued publishing of Tropicultura. All constructive remarks regarding the planned changes to the journal's editorial process are welcome. Enhancing our journal's functioning and especially accelerating the speed to process manuscripts should encourage you to further submit the results of your work for publication.

Prof. Dr. Guy Mergeai
Chief Editor

Quel avenir pour Tropicultura? (Suite ...)

Chers lecteurs,

Comme annoncé dans mon dernier éditorial, une réunion spéciale des représentants des partenaires de Tropicultura et des acteurs de l'édition scientifique et technique dans le domaine du développement rural du Sud a été organisée à Bruxelles le 25 novembre 2009. L'objectif de cet atelier était de discuter de l'avenir de notre journal afin de déterminer les meilleurs moyens de continuer à atteindre ses objectifs dans un monde en mutation.

Cet atelier a été organisé suite à la décision de la Coopération belge de poursuivre son soutien financier à la publication de Tropicultura après la signature d'une convention de collaboration couvrant une période de 5 ans avec les autorités des institutions de coopération universitaire des communautés flamande (VLIR-UOS) et française (CUD-CIUF) du pays. Les représentants de ces deux organisations de coopération universitaire (VLIR-UOS et CUD-CIUF), ainsi que ceux de l'Académie Royale des Sciences d'outre-mer (KAOW-ARSOM), de toutes les facultés et instituts belges impliqués dans la recherche de développement rural dans les pays tropicaux, et de la Direction générale de la coopération au développement (DGCD) du ministère belge des Affaires étrangères ont pris part à cette réunion.

Vous trouverez ci-dessous les réponses aux principales questions discutées lors de l'atelier. (i) Est-il important pour Tropicultura d'obtenir un facteur d'impact (FI)? Une majorité des participants étaient en faveur d'un FI. Ils le considèrent comme un indicateur essentiel de la qualité et une condition préalable au maintien à long terme des activités de rédaction de la revue. Toutefois, il a également été souligné que l'obtention d'un facteur d'impact ne devrait pas empêcher la publication de documents pertinents pour le développement rural par des auteurs qui ont besoin d'être coachés. (ii) Tropicultura doit-il jouer un rôle de tremplin pour aider les chercheurs du Sud à parvenir à publier dans les revues scientifiques les mieux cotées? Les participants ont répondu positivement à cette question. Ils ont également convenu que l'accompagnement des chercheurs du Sud dans l'écriture scientifique sera toujours l'un des rôles importants de Tropicultura lors des prochaines années. (iii) Comment faire pour harmoniser l'intérêt scientifique des articles et leur pertinence pour le développement (quels indicateurs utiliser) ? Il n'y a aucune contradiction entre la qualité scientifique et la pertinence pour le développement, au contraire. L'ARSOM organise actuellement un groupe de réflexion sur l'évaluation de la recherche dans le Sud avec le VLIR-UOS et la CUD-CIUF. Ce groupe devrait être ouvert à d'autres partenaires, à savoir le musée Royal de l'Afrique centrale. De plus, le VLIR-UOS et la CUD-CIUF utilisent déjà une série de critères pour l'évaluation des projets académiques et des propositions de projets de recherche. Ces critères peuvent être également utiles pour les réviseurs d'articles de Tropicultura. (iv) Est-il encore pertinent ou financièrement supportable de publier une version papier ? L'Afrique sub-saharienne est la cible principale de Tropicultura et de nombreux abonnés de cette partie du monde ont encore besoin de copies papier car l'accès à internet n'y est pas facile, voire hors de prix, et l'impression de fichiers électroniques y est également très coûteux. Selon l'expérience du Centre de Coopération Agricole et Rurale (CTA) avec le magazine Spore, dans le Sud une copie papier est consultée par 20 fois plus de lecteurs que d'abonnés grâce au partage de celle-ci. En outre, malgré qu'ils aient un meilleur accès à l'Internet; les abonnés du Nord continuent de réclamer des copies papier. Comme le budget DGCD ne permettra pas d'augmenter le nombre d'exemplaires publiés par numéro (actuellement 2650), une stratégie visant à optimiser l'emploi des ressources disponibles doit être mise en œuvre pour atteindre le plus grand nombre possible de lecteurs. Dans cette optique, la priorité sera donnée aux organisations et individus du Sud qui sont situés dans des zones reculées. Les abonnés du Nord seront invités à présenter une demande de renouvellement de leur abonnement et encouragés à préférer la lecture sur Internet (voir le formulaire établi à cet effet repris dans ce numéro). (v) Comment la diffusion peut-elle être améliorée ? Outre les solutions déjà mentionnées dans les points précédents, une étape importante consistera à transformer Tropicultura en un véritable journal gratuit en accès libre ("open access journal") dont les droits d'auteurs seront détenus par ceux qui rédigent les articles. L'amélioration de l'accès des articles par les moteurs de recherche scientifique permettra également d'augmenter la visibilité du journal et de stimuler le taux de citation. (vi) Comment améliorer l'implication des chercheurs du Sud et accélérer le processus de rédaction ? L'une des observations faites au cours de la réunion a été que 19 mois pour publier un article était un délai beaucoup trop long. Pour réduire cette durée, Tropicultura doit augmenter le nombre de ses réviseurs d'articles et l'effectif des membres de son comité de rédaction. En conséquence, de nouveaux collègues du Sud seront contactés par les membres du comité de rédaction et par les réseaux de VLIR-UOS et CUD-CIUF pour devenir des réviseurs de manuscrits. Certains d'entre eux seront invités par la suite à devenir membres du comité de rédaction.

Une feuille de route a été établie au début de cette année par le conseil d'administration d'Agri-Overseas afin de mettre en œuvre les actions nécessaires pour atteindre les objectifs identifiés lors de l'atelier. Une charte du réviseur de manuscrits a été établie et des contacts ont été pris pour augmenter le nombre de réviseurs de la revue. Dans un avenir très proche, chacun des articles publiés dans Tropicultura au cours des sept dernières années sera disponible en format pdf sur notre site internet. La mise en œuvre des changements nécessaires a donc commencé. La poursuite de la publication de Tropicultura dépend de leur succès. Toutes les remarques constructives sur ce qui est maintenant prévu pour améliorer le processus de rédaction de la revue sont les bienvenues. Ces améliorations dans le fonctionnement de Tropicultura et surtout l'accélération de la vitesse de traitement des manuscrits doivent vous encourager à continuer à soumettre pour publication les résultats de votre travail.

Prof. Dr. Guy Mergeai
Rédacteur en chef

Dear readers,

Unable to cope with the growing demand for new subscriptions from readers of the South and in order to allow the dissemination of Tropicultura to those who experience the most difficulty in accessing the Internet, the editorial board decided to ask all subscribers from industrialized countries to kindly request the renewal of their subscription. All those who will not send the form listed below will no longer receive the printed issues of the journal.

Before doing this, we ask all readers of the North who have easy access to the internet to kindly favor this mode of consultation of Tropicultura. Those who wish are asked to give their email address on this form to receive a pdf version of each new issue of the journal.

Thank you for your understanding

The editorial board

RENEWAL FORM FOR SUBSCRIPTION TO TROPICULTURA

Surname: Name:

Profession:

Subscription Number:

Address:

Wishes to continue receiving Tropicultura: yes – no

Wishes to receive a pdf version of the journal to the following email address:

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

.....

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

Post: Tropicultura, 11 rue d'Egmont, B-1000 Brussels, Belgium

Fax: ++32 2 540 88 59

Email: mjdesmet.tropicultura@belgacom.net



Chers lecteurs,

Ne pouvant faire face à la demande croissante de nouveaux abonnements en provenance de lecteurs du Sud et afin de permettre la diffusion de Tropicultura vers ceux qui éprouve le plus de difficulté pour accéder à internet, le comité de rédaction a décidé de demander à tous les abonnés des pays industrialisés de bien vouloir solliciter le renouvellement de leur abonnement. Tous ceux qui ne renverront pas le formulaire repris ci-dessous ne recevront plus la version papier du journal.

Avant de réaliser cette démarche, nous demandons à tous les lecteurs du Nord qui ont un accès aisé à internet de bien vouloir privilégier ce mode de consultation de la revue. Ceux qui le souhaitent sont priés de mentionner leur adresse électronique sur ce formulaire afin de recevoir une version pdf de chaque nouveau numéro de la revue.

Merci pour votre compréhension.

Le comité de rédaction.

DEMANDE DE RENOUELEMENT DE L'ABONNEMENT À LA REVUE TROPICULTURA

Je soussigné

Nom:

Prénom:

Profession:

Numéro d'abonnement:

Adresse:

Souhaite continuer à recevoir la version papier de la revue Tropicultura: oui – non

Souhaite recevoir une version électronique (pdf) de la revue à l'adresse email suivante:

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

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

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

Poste: Tropicultura, 11 Rue d'Egmont, B-1000 Bruxelles, Belgique

Fax: ++32 2 540 88 59

Email: mjdesmet.tropicultura@belgacom.net



ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Pauvreté et répartition des revenus en zone cacaoyère du Cameroun

D.P. Folefack¹

Keywords: Poverty- Revenue- Inequality- Indice of Gini- Cameroon

Résumé

Cette étude vise à évaluer l'incidence de la pauvreté en relation avec le revenu dans les zones cacaoyères du Cameroun. L'analyse mobilise l'approche purement économique, basée sur le revenu monétaire pour estimer l'incidence de la pauvreté. En plus, la courbe de concentration de Lorenz et l'indice de Gini ont été utilisés pour apprécier les inégalités. En zone cacaoyère, la diversification apparaît comme une stratégie d'adaptation à la libéralisation. Ainsi, plusieurs activités menées dans les exploitations procurent des revenus moyens bruts d'environ 1 215 622 FCFA par an. L'incidence de la pauvreté reste forte touchant 69% de la population, ainsi que les inégalités de revenus. Cependant, une analyse régionalisée montre que les producteurs du sud ouest sont relativement plus riches, avec un revenu moyen de 228 263 FCFA par an et par tête. Au centre, les producteurs avec un revenu annuel moyen de 87 257 FCFA par tête et une concentration moins forte, sont moins pauvres. Au sud par contre, on rencontre les plus pauvres avec un revenu plus bas, 53 504 FCFA par an et par tête et une concentration plus importante. Enfin, on trouve une forte concentration des revenus et des fortes inégalités dans toutes les zones de productions cacaoyères au Cameroun.

Summary

Poverty and Share Revenue in the Cameroon Cocoa Zone

This study evaluates the revenue level and unequal poverty revenue in the Cameroonian cocoa zone. The results show a great variability on the revenues generating activities to producers of cocoa in Cameroon. These activities generate an average revenue of 1 215 622 FCFA per year, with an annual average revenue of 145 933 FCFA per person. We realize through the indice of Gini 0.61 that the concentration of these revenues is most strong in Cameroon and the poverty rate is still affecting 69% of the population. We observe as well that the average revenue of 228 263 FCFA per year and per person for the producers of South West. They are thus the richest, inspite of the high degree of concentration. In the Centre, the population have a high average annual revenue of 87 257 FCFA per person and the concentration seems to be in a lower degree. Finally, in the South we find the poorest with a revenue of 53 504 FCFA per year and per person and the concentration is more important. An analysis based on unequal indicators shows in general that the revenue per person is relatively low and the degree of concentration of revenue is stronger in the Cameroonian cocoa zone.

Introduction

Depuis la fin des années 80, l'environnement économique des agriculteurs s'est considérablement modifié. D'une part, on assiste à l'effondrement des systèmes économiques planifiés, qui a laissé le champ libre au marché mondial, ouvert et libéral, théoriquement coordonné par les seules règles de l'efficacité économique traduite en termes de prix; d'autre part, à de nouvelles régulations issues des programmes d'ajustement structurel, et caractérisé par la diminution progressive de l'intervention publique en matière de production et commercialisation (8, 13).

Des mesures d'ajustement introduites dans la plupart des pays de l'Afrique subsaharienne pour favoriser le redressement économique, se sont traduites entre autre par la libéralisation du secteur des cultures

d'exportation et avec un transfert des responsabilités dans la commercialisation de l'Etat vers les opérateurs privés (2, 14).

Le secteur des cultures d'exportation a connu d'importantes mutations ces dernières années. Ainsi, au milieu des années 80, l'achat, la transformation et l'exportation de produits de base étaient presque exclusivement contrôlés par des offices de commercialisation. Aujourd'hui, les offices à caractère monopolistique sont davantage l'exception que la règle. Ce transfert de responsabilités dans la commercialisation des cultures d'exportation de l'Etat vers le secteur privé peut être considéré d'une manière générale comme un relatif succès. Toutefois, dans maints pays, les réformes ont créé des difficultés,

¹Centre Régional de la Recherche et de l'Innovation, B.P. 33, Maroua, Cameroun.

Tel: (237) 99 88 33 59 Email: dfolefack@yahoo.fr

Reçu le 09.07.09 et accepté pour publication le 09.11.09.

notamment en ce qui concerne la fourniture d'intrants et on assiste à une croissance des coûts d'intrants. De même, la qualité de la production et de sa transformation est un important sujet de préoccupation (3, 4, 14, 15). Cependant, depuis, la fin des années 80, le problème commun de bon nombre des pays africains au sud du Sahara sous ajustement structurel est la pauvreté (9, 16). Selon les estimations de la Banque mondiale (1), de 218 millions de personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté (moins d'un dollar par jour) en Afrique subsaharienne en 1987, l'on est passé à 290,9 millions en 1998, soit une augmentation de 34% en 12 ans. En fait pour Kamgnia (9), l'Afrique subsaharienne reste à la traîne des autres: non seulement la pauvreté monétaire et humaine y demeure considérable, mais aussi le taux d'alphabétisation des adultes y est encore de 60%, et l'espérance de vie de 48,8 ans. Ainsi, les pays d'Afrique constituent à majorité la classe des pays à Indicateur de Développement Humain (IDH) faible et les quelques pays à IDH moyen ne se retrouvent qu'en fin de liste dans la classe.

Au Cameroun, bien que classé parmi les pays à IDH moyen (0,500) depuis le début des années 90, la pauvreté monétaire reste préoccupante. Elle est présente en milieu urbain ainsi que rural, avec une distribution très inégale des revenus. Son incidence est estimée à 50% de la population, étant donné le seuil de pauvreté de 136 236 FCFA par an. Le niveau d'incidence élevé de la pauvreté justifie l'accession du Cameroun à l'Initiative des Pays Pauvres très Endettés, puis l'adoption du Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté, dans un objectif de réduire la pauvreté de moitié à l'horizon 2015 (5, 6, 9).

Face à une pauvreté généralisée, la préoccupation actuelle est celle de la coordination entre croissance économique et lutte contre la pauvreté. Des auteurs comme Kamgnia *et al.* (9) pensent que la croissance peut profiter aux pauvres à condition qu'elle s'accompagne d'une distribution équitable et rationnelle des revenus. Ainsi, il convient d'appréhender de manière succincte la répartition des revenus au Cameroun et dans les zones de production de cacao, notre étude en est une contribution. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'incidence de la pauvreté en relation avec le revenu et les inégalités de revenus dans les zones cacaoyères du Cameroun.

Matériels et méthodes

L'étude a été conduite au Cameroun, principalement dans les régions du sud ouest (population: 1 242 700 habitants), du centre (population: 2 501 200 habitants), et du sud (population: 534 900 habitants). La production cacaoyère en provenance de ces zones représente plus de 80% de la production nationale (170 000 tonnes en 2007). Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire auprès d'un échantillon stratifié de 1003 producteurs de cacao répartis

dans 83 villages. Dans les villages sélectionnés, les producteurs ont été choisis de façon aléatoire grâce aux techniques d'échantillonnage à plusieurs niveaux. Cela a permis d'avoir: 400 dans le Sud Ouest, 386 au Centre et 217 au Sud. Les données collectées portent sur: les activités du ménage, les sources de revenus et leur contribution au revenu, revenus cacaoyères et autres revenus du ménage et répartition des revenus en zone cacaoyère.

Pour analyser le lien entre revenu et la pauvreté, deux grandes approches sont généralement utilisées. Une approche socio-économique qui définit la pauvreté comme étant une rupture du lien social du fait d'une marginalisation économique, sociale et culturelle. Une seconde approche purement économique définit la pauvreté par rapport à un seuil monétaire et qui se traduit par une insuffisance de ressources ne permettant pas la couverture de besoins jugés essentiels comme se nourrir, se loger, se soigner etc. (10, 12). C'est cette seconde approche qui est retenue dans le discours et les stratégies institutionnelles actuelles et c'est ce que nous avons utilisé. Sa mesure s'appuie soit sur le revenu, soit sur la consommation, traduite en valeur monétaire. La théorie du bien-être sert de référence à l'analyse de la pauvreté monétaire. Nous avons pu définir un seuil monétaire en deçà duquel on est considéré comme pauvre, et l'on comptabilise le nombre de pauvres par référence à ce seuil (12), le seuil de pauvreté du Cameroun étant estimé à 136 236 FCFA (5, 9). Par ailleurs afin d'estimer le revenu, il a été question d'identifier les sources de revenu et leur proportion dans la constitution de chaque exploitant. A partir de la proportion du revenu du cacao (49%) et le revenu réel issu du cacao, obtenu à partir des recettes du cacao, nous avons estimé le revenu monétaire global brut du ménage, et par la suite le revenu moyen.

Pour apprécier le niveau de pauvreté et des inégalités, l'inégalité monétaire est mise en valeur par la courbe de Lorenz et l'Indice de Gini qui fournit le pourcentage de population détenant un pourcentage de richesse (11). Cette courbe se déduit de la courbe de distribution par tête qui donne le nombre de personnes par niveau de revenu et de la courbe de répartition qui donne le pourcentage de population au-dessous d'un certain seuil de revenu. L'indice de Gini permet de compléter la mesure de l'équité par une courbe de concentration de Lorenz qui permet de préciser la forme des inégalités de répartition. Ces indicateurs d'inégalités, ainsi que les statistiques descriptives ont permis d'analyser les données.

Résultats et discussion

1. Variabilité des sources de revenus dans les exploitations

Depuis la libéralisation de la filière cacao, des mutations importantes au niveau des exploitations en

zone cacaoyère ont été observées. Les producteurs dans leurs stratégies d'adaptation optent pour la diversification des activités et des sources de revenus. Ainsi, plusieurs activités contribuent au revenu du ménage, même si les proportions sont inégales. Ainsi, à partir de la figure 1, nous constatons que le cacao à une contribution de 49% plus importante, suivi des productions vivrières (21%) et les activités extra agricoles (12%). La contribution des autres sources de revenu est assez marginale avec au plus 6%. Plusieurs raisons sont mises à l'actif de cette diversification des revenus qui est un déterminant clé de lutte actuelle contre la pauvreté est aussi la diversification des revenus dans les zones cacaoyères. Elle résulte entre autre du processus de libéralisation, de la chute des cours mondiaux du cacao, de la fluctuation incessante des prix du cacao et de l'expansion des marchés urbains dans ces zones de productions.

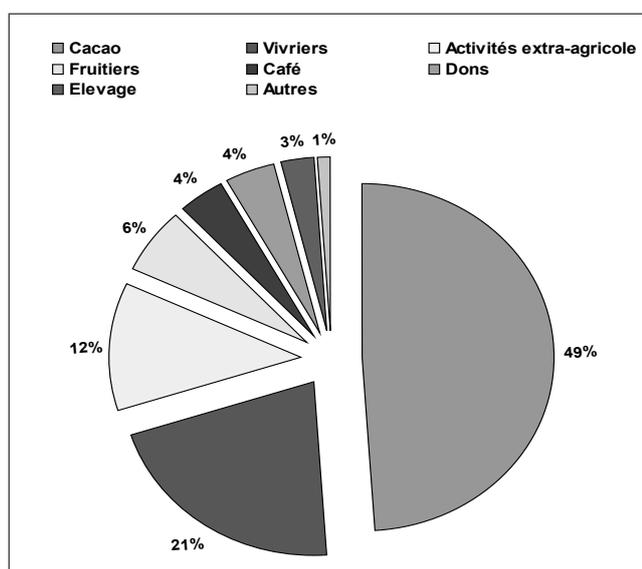


Figure 1: Activités procurant les revenus aux ménages et leur contribution à la formation du revenu total, 2007.

2. Revenus et pauvreté très variable

A partir de l'approche économique de la pauvreté basée sur le revenu monétaire et le seuil de pauvreté, nous avons pu apprécier le phénomène dans la zone cacaoyère. Suite à la libéralisation de la filière cacao, des répercussions négatives ont été observées sur les revenus des producteurs. Le revenu brut moyen des ménages est d'environ 1 215 622 FCFA par an, ce qui nous donne un revenu moyen par tête de 145 933 FCFA par an. Bien que ce revenu moyen soit supérieur au seuil de pauvreté au Cameroun, une proportion très importante des producteurs, près de 69% vivent en dessous du seuil de pauvreté (136 236 FCFA) avec moins d'un dollar par jour. Cela traduit de manière générale la baisse des revenus avec une montée fulgurante de la pauvreté depuis plusieurs décennies en milieu rural au Cameroun (l'incidence de la pauvreté touche environ 60% de la population rurale en 2005).

Par ailleurs, une analyse comparative faite selon les zones de forte production (centre, sud et sud ouest) fait ressortir des grandes disparités régionales. Au Sud Ouest avec un revenu moyen des ménages de 2 072 625 FCFA par an et un revenu moyen par ménage de 228 263 FCFA par an, le revenu par tête des populations de cette zone est relativement élevé et nettement supérieur aux revenus des autres régions et au revenu des zones cacaoyères globales. Dans cette zone, le niveau de pauvreté est relativement bas, car la proportion de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté est seulement de 49%. Ce qui explique le résultat appréciable du sud ouest est que: cette zone s'avère depuis plusieurs années être le front pionnier par excellence du cacao au Cameroun, en plus dans cette région le système de commercialisation est mieux organisé, les producteurs sont plus organisés et dynamique, le rendement et la productivité sont élevés.

Au Centre par contre, nous constatons qu'avec un revenu moyen par ménage de 666 647 FCFA par an et un revenu par tête de 87 257 FCFA par an, que le niveau de pauvreté est très important, car le niveau moyen du revenu est en dessous du seuil de pauvreté et près de 83% de la population de cette zone de production vivent en dessous du seuil de pauvreté. Enfin, au Sud, avec un revenu moyen annuel du ménage de 442 480 FCFA et un revenu de 53 504 FCFA par tête, nous constatons que ce revenu par tête est significativement inférieur aux revenus des autres régions et au revenu national des producteurs du Cameroun. Dans cette zone de production, le niveau de pauvreté est très important avec près de 91% qui vivent en dessous du seuil de pauvreté. Dans ces deux autres provinces, l'on assiste à un système de commercialisation moins efficace, un vieillissement des cacaoyères et des producteurs et des rendements plus faible.

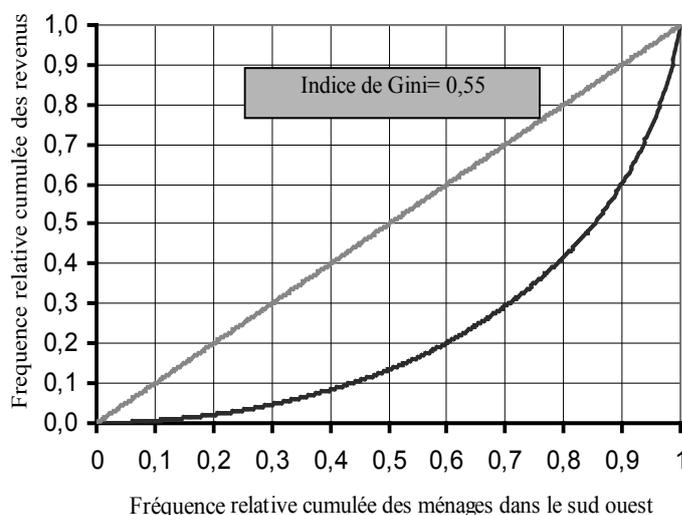


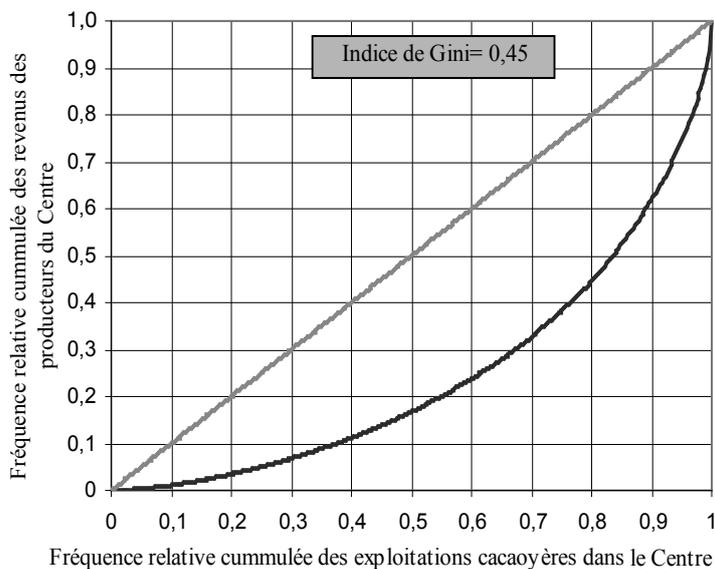
Figure 2: Courbe de concentration de Lorenz des revenus des cacaoculteurs du Sud Ouest, 2007.

3. Pauvreté et inégalités fortes

La pauvreté et inégalités sont par définition des notions proches: il n'y a de pauvres «relatifs» que parce qu'il y a des riches, donc des inégalités de revenus. L'existence d'un lien systématique entre pauvreté et inégalités est démontrée que dans le cas monétaire, et en relation avec la croissance (12).

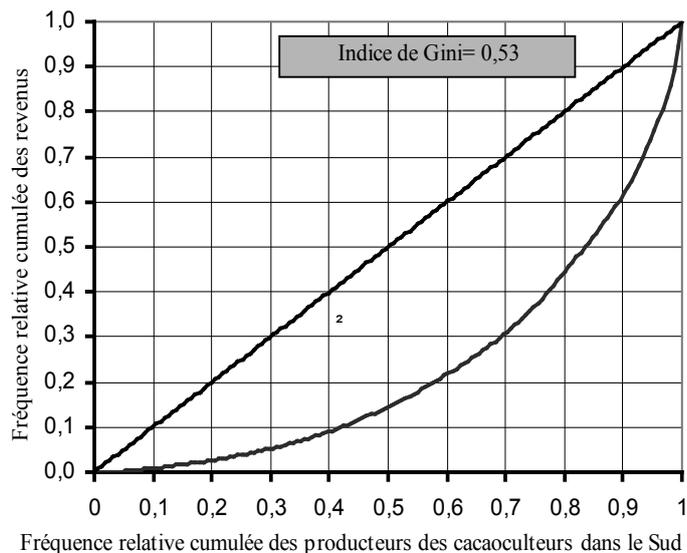
Ainsi, l'étude montre qu'en zone cacaoyère, la concentration des revenus soit assez forte, avec une incidence très significative sur le degré de pauvreté. Des inégalités importantes sont observées au niveau des revenus. Ainsi, au Sud Ouest, la concentration des revenus est plus forte par rapport aux autres régions et moins forte par rapport aux autres zones de production. Ici, nous constatons que 50% des producteurs les plus pauvres détiennent environ 13% du revenu total des producteurs et 20% les plus riches détiennent près de 40% du revenu (indice de Gini: 0,55) (Figure 2). Au Centre par contre, la concentration est aussi moins forte que dans les autres régions de production. Ainsi, 50% des producteurs les plus pauvres détiennent environ près de 17% du revenu total et 10% des plus riches ont moins de 40% des revenus (indice de Gini: 0,50) (Figure 3). Enfin, au Sud, le degré de concentration est moins fort dans les autres régions. Ainsi, 50% des producteurs les plus pauvres détiennent près de 14% du revenu total et 10% des plus riches ont sensiblement 40% du revenu (indice de Gini: 0,53) (Figure 4).

L'analyse de la concentration des revenus en zone cacaoyère camerounaise montre une répartition très inégale des revenus par ménage et par tête, car l'analyse de la courbe de concentration de Lorenz et de l'indice de Gini (0,61) permet de constater qu'il y a une forte concentration des revenus au Cameroun (Figure 5). Ainsi, près de 50% des populations les plus pauvres détiennent seulement environ 10% du revenu total global des producteurs de cacao. Dans ce



Fréquence relative cumulée des exploitations cacaoyères dans le Centre

Figure 3: Courbe de concentration de Lorenz des revenus des cacaoculteurs du Centre, 2007.



Fréquence relative cumulée des producteurs des cacaoculteurs dans le Sud

Figure 4: Courbe de concentration de Lorenz des revenus des cacaoculteurs dans le Sud, 2007.

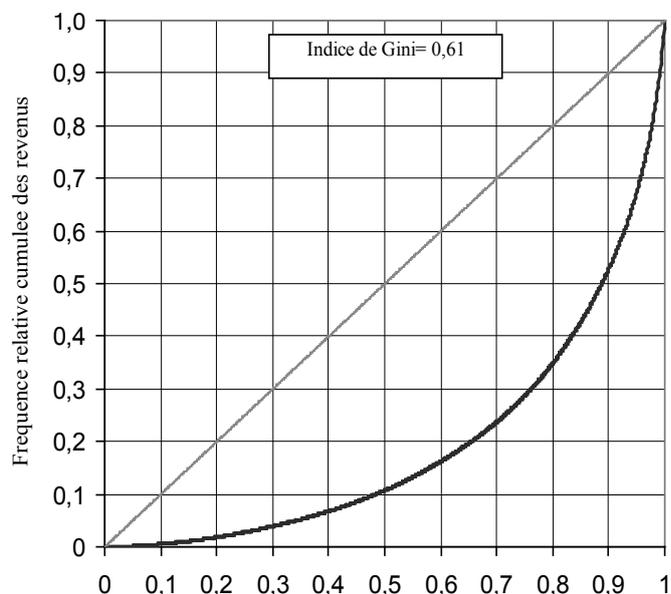


Figure 5: Courbe de concentration de Lorenz des revenus des cacaoculteurs au Cameroun, 2007.

contexte, on observe que la proportion des producteurs pauvres est très importante et que les inégalités dans la répartition des revenus sont importantes avec de profondes disparités régionales. L'étude nous montre ainsi, qu'en zone cacaoyère, la pauvreté est en étroite relation avec les inégalités, car l'incidence de la pauvreté est forte et on observe aussi des fortes inégalités de revenus dans les zones de productions.

Conclusion et recommandations

Conclusion

Malgré la libéralisation des filières d'exportation et une baisse de revenu, le cacao reste et demeure l'épine dorsale de l'économie des ménages dans les grandes zones de productions, malgré la diversification. Il facilite l'accès aux ressources monétaires

substantielles et sa contribution est très importante, 49%, suivi des productions vivrières (21%) et les activités extra agricoles (12%). Les autres sources sont assez marginales avec au plus 6%. La variabilité des sources de revenu est un facteur déterminant de lutte contre la pauvreté. Les différentes activités génèrent des revenus pour la survie du ménage. Ainsi, le revenu par an par tête de 145 933 FCFA. Avec un indice de Gini de 0,61 et un revenu relatif élevé, la concentration reste très forte. En plus des grandes disparités sur la répartition régionale sont observées au niveau du Cameroun, et que près de 69% de la population vient en dessous du seuil de pauvreté.

Les producteurs du sud ouest sont les plus riches, avec une répartition des revenus relativement moins inégalitaires que dans les autres zones de productions. Dans cette zone, le niveau de pauvreté est relativement bas, car la proportion de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté est seulement de 49%. Au centre, par contre, nous constatons que le niveau de pauvreté est très important, car le niveau moyen du revenu est en dessous du seuil de pauvreté et près de 83% de la population de cette zone de production vivent en dessous du seuil de pauvreté. Enfin, au sud, nous observons que ce revenu par tête est significativement inférieur aux revenus des autres régions et au revenu national des producteurs du Cameroun. Dans cette zone de production, le niveau de pauvreté est très important avec près de 91% qui vivent en dessous du seuil de pauvreté.

Recommandations

L'analyse présentée dans cet article nous conduit à formuler un certain nombre de recommandations afin de permettre la redynamisation de la filière cacaoyère, augmenter les revenus des producteurs et réduire les inégalités de revenus:

- Minimisation du risque prix devrait demeurer une priorité pour l'État en vue de réduire la pauvreté en milieu rural et dans certaines zones de production et d'assurer la pérennité de la filière cacao.
- Instaurer une synergie entre les activités des structures de gestion de la filière cacao afin de mieux répondre aux besoins des producteurs.
- Enfin, financer des projets visant à améliorer le cadre de vie et les conditions de travail des producteurs, notamment dans les domaines de la santé, de l'éducation, de habitat, des pistes agricoles.

Remerciements

Au terme de cette étude, nous tenons vivement à remercier le programme le développement durable des cultures pérennes (STCP) à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Yaoundé, Cameroun, pour m'avoir permis d'utiliser sa base de données sur le cacao pour réaliser article. Nous pensons particulièrement aux Dr J. Gockowski et Dr G.B. Nkamleu.

Références bibliographiques

1. Banque Mondiale. 2000, La pauvreté en Afrique subsaharienne: problèmes et recommandations, *In*: Findings Région Afrique. Numéro 73, Washington D.C., 6 p.
2. Dongmo T., Gockowski J., Hernandez S., Awono L.D.K. & Mbang à Moudon, 2005, L'agriculture périurbaine à Yaoundé: ses rapports avec la réduction de la pauvreté, le développement économique, la conservation de la biodiversité et de l'environnement. *Tropicultura*, 23, 3, 130-135.
3. Douya E. & Temple L., 2001, Accès des produits camerounais au marché mondial: les produits de la filière cacao. CIRAD-FSEG UYII, 14 p. <http://peren-conf2001.cirad.fr>.
4. Endamana D., Nkamleu G.B., Adesina A.A., Ndoye O., Sonwa D.J. & Gockowski J., 2001, Diversification within cocoa plantation: a logic model application in the forest zone of Cameroon; 16 p. <http://peren-conf2001.cirad.fr>.
5. Fambon S., Baye F.M., Tamba I., Nomba I. & Amin A.A., 2005, Dynamique de la pauvreté et de la répartition des revenus au Cameroun durant les années 80 et 90. Rapport final, Recherche collaborative sur la pauvreté /AERC, Vol. 2, Université de Yaoundé II, 181 p. www.sarpn.org.za/documents/d0002234/Cameroun_Poverty_Sept2005.pdf
6. Fambon S., Amin A.A., Baye F.M., Nomba I., Tamba I. & Tawah R., 2001, Pauvreté et répartition des revenus au Cameroun durant les années 1990. Consortium pour la Recherche en Économie de l'Afrique (CREA), Cahier de Recherche N° 01-06 du CRÉFA, Département d'économie, Université Laval, Canada, Université de Yaoundé II, 162 p.
7. Fambon S., 2000, Réformes économiques et pauvreté au Cameroun durant les années 1990, Rapport projet collaboratif sur la pauvreté, Consortium pour la Recherche en Economie en Afrique, 140 p.
8. Folefack D.P., Klassou C. & Enam J., 2009, Price adjustments to cotton crisis in Cameroon: factors and consequences of farmers' adaptations. *Life Sciences International Journal*, Special edition on cotton policies. 89-99.
9. Kamgnia D.B., Douya E., Ongolo Z.V. & Leunkeu S., 2003, Des stratégies de lutte contre la pauvreté au Cameroun: une analyse en équilibre générale calculable. Réseau de recherche politique économique et pauvreté, 14 p.
10. Kemgni P., 2005, Analyse d'un cercle vicieux: inégalités sociales, pauvreté et santé. *Bulletin de Medicus Mundi Suisse*, N° 95.
11. Jenkins S.P., 1991, The measurement of economic inequality, readings on economic inequality, *In*: Journal of Population Economics Business and Economics, New York, Armonk: Sharpe ME.
12. Marniesse S., 1999, Note sur les différentes approches de mesure de la pauvreté. DPE/DME.
13. Minvielle J.P., 1999, L'articulation des paysans au marchés, *in*: L'avenir des paysans, Paris, PUF.
14. Shepherd A.W. & Farolfi S., 1999, Libéralisation du secteur des cultures d'exportation en Afrique. Bilan. *Bulletin des services agricoles de la FAO*, Rome, 104 p.
15. Sonwa D.J., Weise S.F., Tchataat M., Nkongmeneck B.A., Adesina A.A., Ndoye O. & Gockowski J., 2001, Les agroforêts cacao: espaces intégrant développement de la culture du cacao, gestion et conservation des ressources forestières au Sud Cameroun. Réseau de foresterie pour le développement rural. Document du réseau 25 g juillet 2001, ODI, DFID, <http://www.odi.org.uk>.
16. White H., Killick T., Kayizzi-Mugerwa S. & Angelique S.M., 2001, African poverty at the millenium: causes, complexities, and challenges, The World Bank, Washington, D.C. School of Economics and Commercial Law.

Effects of Season on the Microbiological Quality of Kilishi, a Traditional Cameroonian Dried Beef Product

D.N. Fonkem^{1*}, V.N. Tanya² & A.L. Ebangi¹

Keywords: Dried meat- Micro-organism- Kilishi- Season- Quality- Cameroon

Summary

The microbiological quality of Kilishi, a traditional Cameroonian dried meat, produced in the Northern part of the country, was studied over one-year period. 79 Kilishi samples collected at various selling points were used for microbiological evaluation. The results on the microbiological analyses were then subjected to a statistical analysis using the General Linear Model (GLM) approach to assess environmental factors that affect quality. Final results indicated that the quality of Kilishi was greatly affected ($P < 0.001$) by the season and location of production though the total bacterial, mould and yeast counts (cfu/g) were lower than the recommended acceptability limit for the total viable bacterial counts of micro-organisms in meat at the point of consumption.

Résumé

Effets de la saison sur les qualités microbiologiques de Kilishi, une viande sèche traditionnelle du Cameroun

La qualité microbiologique de Kilishi, une viande traditionnelle sèche, produite dans le nord du Cameroun a été étudiée pour une période d'un an. 79 échantillons de Kilishi collectés à des différents points de vente ont été utilisés pour des évaluations microbiologiques. Les résultats obtenus à partir de ces évaluations microbiologiques ont été soumis à des analyses statistiques en utilisant le General Linear Model (GLM) pour déterminer les facteurs environnementaux affectant la qualité du produit. Les résultats finaux ont montré que la qualité de Kilishi a été hautement affectée ($P < 0,001$) par la saison et la localisation de production malgré le fait que les taux de bactériens et moisissures (cfu/g) étaient au-dessous des limites acceptables recommandées pour les taux bactériens viables de microorganismes dans la viande à la consommation.

Introduction

Due to rapid population growth within the rural and urban sectors in Cameroon, and also due changes in dietary habits of most Cameroonians, the demand for meat is on a constant increase. Meat, however, is a highly perishable food item due to abundance of a number of nutrients that favour the establishment, growth and multiplication of micro-organisms. The presence of some of these organisms in meat may render it poisonous and unfit for human consumption. As meat deteriorates very rapidly, man has over the decades developed a number of meat preservation techniques that can maintain its stability and increase its shelf-life. A major technique whose use dates back to records from the 12th century is sun drying. It was transferred to West Africa by the medieval Arabic sources (1). By this method, the moisture content of the meat is lowered to a point where the activities of food spoilage and food poisoning micro-organisms are inhibited (15). This process however, is not *per se*, lethal to many micro organisms; especially in situations where the meat is of poor quality. Today, a variety of sun-dried meat products exist. They include amongst other; the Pemmican that is prepared by the

North American Indians by exposing strips of lean meat to the sun; the Charqui, which is native to South America and Biltong, found in South Africa, prepared by salting followed by air-drying (11). In Cameroon, the dried meat product Kilishi, constitutes one of daily delicacies and is found in large quantities on the local markets, streets, food stores and many households.

Kilishi is prepared mainly in the Northern sector of Cameroon, where the dry and rainy seasons fluctuate seriously. The dry season extends from October to March in the Adamawa Region and from October to May in the North and Far North Regions. The rainy season runs from April to September in the Adamawa and from June to September in the North and Far North regions. The North and Far North regions are usually characterised by very dry winds, high temperatures and low humidity. In the dry season, the air is always polluted with dust particles, carrying adhering micro-organisms which can cause important human diseases. The rainy season comes with variable violent winds, high atmospheric moisture that adversely affects health. These variable seasonal conditions, favour the

¹Institute of Agricultural research for Development, Bambui/Mankon Regional Centre, PO Box 1, Bamenda, Cameroon.

²Ministry of Scientific Research & Innovation, Yaoundé, Cameroon.

*Corresponding author, e-mail: alebangi@yahoo.fr / fonkemdn@yahoo.com

Received on 27.05.09 and accepted for publication on 18.11.09.

spread and proliferation of micro-organisms. These, added to the questionable hygienic conditions under which the Kilishi is prepared, the questionable source of the meat, utensils, ingredients and any other materials used for its preparation, leaves a lot of concern as to its sanitary quality. It is necessary to assess the impact of season on the microbiological quality of the finished product with emphasis on the prevalence of micro-organisms such as *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Escherichia coli* (*E. coli*), *Clostridium perfringens*, (*C. perfringens*) yeasts and moulds, alongside the constraints mentioned above. The aim of the study is therefore to assess sanitary quality of Kilishi as to determine whether it meets the acceptable limit (13) for the total viable bacterial (TVB) counts of micro-organisms at point of consumption.

Materials and methods

Preparation of Kilishi

The product which is not standardized is prepared by marinating (mixing ingredients of groundnut cake, salt, sugar, onion, garlic peppers etc.) very thin sheets of lean meat in slurry of ingredients, sun drying and briefly roasting over a fire by the Fulani and Hausa tribes. The pH of the production varies from 5.8; two days post production to 6.4, for long storage duration (9). The stages involved in its preparation vary among producers but involve principally the skilful cutting of quality lean meat into thin sheets of about 1- 2 mm thick. These sheets are sun-dried on raised wooden surfaces covered in rush matting followed by immersion in a slurry of groundnut sauces. It is seasoned with sugar, salt and spices for one hour and then sun-dried again for about five -12 hours and briefly roasted over a fire (7, 12).

Samples for the study

A total of 79 Kilishi samples (41 for the dry season and 38 for the rainy season) were randomly bought

under natural conditions of sale, at various selling points in the three Northern Regional Headquarters; Ngaoundere in the Adamawa, Garoua in the North, and Maroua in the Far-North, twice monthly. Collected samples were wrapped in the traditional brown papers and placed in polystyrene bags and then transported in coolers to the Veterinary Research Laboratory at Wakwa-Ngaoundere, Cameroon where they were immediately placed in the deep freezer to avoid any microbial growth. The next day, all samples were removed from the freezer, placed on the laboratory bench and allowed to return to room temperature for microbial analyses to begin.

Sample preparation and analysis

About 30 g of each sample were aseptically weighed and macerated by use of a sterilised and chilled waring blender (MPR104-D15R, UK) and then subjected to a range of microbiological tests to determine its quality. The 30 g of each macerated Kilishi was mixed with 270 ml of sterile maximum recovery diluent (Oxoid, CM 733) and macerated for one minute at low speed and one minute at high speed in a stomacher (Seaward Medical, UK). Serial solutions were made up to 10^{-5} using sterile recovery diluent, universal bottles and pipettes. Selective media (Table 1) were prepared according to the manufacturer's instructions and used to culture for the presence of the micro-organisms.

Duplicate plates were prepared for each dilution and after incubation; organisms were counted using a colony counter (CNW-334 - 532G Gallen Kamp, U.K). Suspect *S. aureus* colonies were subjected to a coagulase test (Staphylase test Oxoid DR 597) and the Analytical Profile Index (API - Staph Biomérieux 20500) test to confirm identification. The results of the counts were subject to a statistical analysis (14) using a General Linear Model (GLM) and presented thus;

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + S_j + (L*S)_{ij} + e_{ijk};$$

Where Y_{ijk} represented the counts of viable bacterial,

Table 1
Microbiological culturing and examination of organisms

Micro-organisms	Selective medium used	Method of culture*	Incubation temp. °C	Duration of incubation
Total viable bacterial counts (TVB)	PCA (Oxoid CM 463)	Spread plate	35	3-5 days
<i>Staphylococcus aureus</i>	BP (Oxoid CM 275)	Spread plate	37	24 hours
<i>Clostridium perfringens</i>	SFP (Oxoid CM 587)	Spread plate	37	24 hours
<i>Escherichia coli</i>	VRBA (Oxoid CM 107)	Pour plate	35	24 hours
Moulds and yeast counts	DRBC (Oxoid CM 727)	Spread plate	22-25	3-5 days
Xerophilic moulds	DG 18 (Oxoid CM 799)	Spread plate	22-25	3-6 days

Pca: Plate count agar; BP: Baird parker; SFP: Shahidi Fergason; VRBA: Violet red bile agar; DRBC: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol agar; DG18: dichloran glycerol 18 agar. *Method of Harrigan and McCannce 1976 (5).

Table 2
Effect of location and season on quantified microbiological contents of Kilishi with respect to Least Square Means (LSM) and Standard Error (SE) on bacteria counts

Effect	Viable bacterial counts	<i>S. aureus</i>	<i>C. perfringens</i>	<i>E. coli</i>	V Counts
μ	4.0 x10 ⁵	0.99 x10 ²	1.15 x10 ²	0.02 x10 ²	3.53 x 10 ⁴
Location	***	***	***	ns	***
Garoua	9.63 x10 ⁵ (2.7x10 ⁴) ^a	0.84x10 ² (0.06x10 ²) ^a	1.43x10 ² (0.06x10 ²) ^a	0.02x10 ² (0.005x10 ²) ^a	2.72x10 ⁴ (1.50x10 ³) ^a
Maroua	1.22x10 ⁵ (2.9x10 ⁴) ^b	0.83x10 ² (0.06x10 ²) ^a	0.76x10 ² (0.06x10 ²) ^b	0.02x10 ² (0.01x10 ²) ^a	3.07x10 ⁴ (1.58x10 ³) ^a
Ngaoundere	1.93x10 ⁵ (2.54x10 ⁴) ^b	1.28x10 ² (0.05x10 ²) ^b	1.26x10 ² (0.06x10 ²) ^a	0.02x10 ² (0.01x10 ²) ^a	4.83x10 ⁴ (1.39x10 ³) ^b
Season	***	***	***	***	***
Dry	3.91x10 ⁴ (2.18x10 ⁴) ^a	0.54x10 ² (0.05x10 ²) ^a	0.63x10 ² (0.05x10 ²) ^a	0.00x10 ² (0.01x10 ²) ^a	9.79x10 ³ (1.19x10 ³) ^a
Rainy	8.13x10 ⁵ (2.28x10 ⁴) ^b	1.43x10 ² (0.05x10 ²) ^b	1.68x10 ² (0.05x10 ²) ^b	0.04x10 ² (0.01x10 ²) ^b	6.09x10 ⁴ (1.20x10 ³) ^b
Location* season	***	***	***	***	***
Garoua *dry	2.69x10 ⁴ (3.7x10 ⁴)	0.48x10 ² (0.08x10 ²)	0.66x10 ² (0.08x10 ²)	0.00x10 ² (0.01x10 ²)	6.64x10 ³ (2.03x10 ³)
Garoua *rainy	1.90x10 ⁵ (4.02x10 ⁴)	0.12x10 ³ (0.08x10 ²)	0.22x10 ³ (0.09x10 ²)	0.03x10 ² (0.01x10 ²)	4.77x10 ⁴ (2.20x10 ³)
Maroua *dry	1.58x10 ⁴ (4.02x10 ³)	0.56x10 ² (0.08x10 ²)	0.52x10 ² (0.09x10 ²)	0.00x10 ² (0.01x10 ²)	4.08x10 ³ (2.20x10 ³)
Maroua *rainy	2.30x10 ⁵ (4.19x10 ⁴)	0.11x10 ³ (0.09x10 ²)	1.00x10 ² (0.10x10 ²)	0.01x10 ² (0.01x10 ²)	5.74x10 ⁴ (2.30x10 ³)
N'dere *dry	7.46x10 ⁴ (3.59x10 ⁴)	0.56x10 ³ (0.07x10 ²)	0.71x10 ² (0.08x10 ²)	0.00x10 ² (0.01x10 ²)	1.87x10 ⁴ (1.96x10 ³)
N'dere *rainy	3.11x10 ⁵ (3.59x10 ⁴)	2.00x10 ³ (0.07x10 ²)	1.81x10 ² (0.08x10 ²)	0.05x10 ² (0.01x10 ²)	7.19x10 ⁴ (1.97x10 ³)

Mean values within the same column for the same effect with different superscripts differ significantly at P< 0.001 differently, NS= 0.05, N'dere= Ngaoundere; V counts= mean of viable bacteria, *S. aureus*, *C. perfringens*, and *E. coli*.

Table 3
Location and seasonal impact on the microbiological quality of Kilishi with respect to mean counts x 10² and standard errors x 10² on fungi

Effect	Moulds and yeast	Xerophilic moulds	V Counts
μ	1.00	0.75	1.15
Location	***	***	***
Garoua	0.72 (0.05) ^a	0.86x10 ² (0.05) ^a	0.76(0.05) ^a
Maroua	1.49 (0.06) ^b	0.68x10 ² (0.06) ^b	1.08(0.06) ^b
Ngaoundere	0.96 (0.05) ^c	0.78x10 ² (0.05) ^b	0.87(0.05) ^c
Season	***	***	***
Dry	0.18 (0.04) ^a	0.15x10 ² (0.04) ^a	0.17(0.04) ^a
Rainy	1.93 (0.05) ^b	1.40x10 ² (0.04) ^b	1.65(0.04) ^b
Location* season	***	***	***
Garoua *dry	0.15 (0.07)	0.13x10 ² (0.04)	0.14(0.07)
Garoua *rainy	1.21 (0.09)	1.60x10 ² (0.08)	1.38 (0.09)
Maroua *dry	0.18 (0.08)	0.16x10 ² (0.08)	0.17(0.07)
Maroua *rainy	2.80 (0.08)	1.20x10 ² (0.08)	2.00 (0.08)
Ngaoundere *dry	0.22 (0.07)	0.17x10 ² (0.07)	0.20 (0.07)
Ngaoundere *rainy	1.70 (0.07)	1.40x10 ² (0.07)	1.55 (0.07)

V counts= mean of moulds and yeast and xerophilic moulds; mean values within the same column for the same effect with different superscripts differ significantly at P< 0.001.

S. aureus, *C. perfringens*, and *E. coli*, moulds and yeast, *xerophilic* moulds of the k^{th} sample;
 μ represented the overall mean;
 L_i representing the effect of the i^{th} location ($i =$ Ngaoundere, Garoua, Maroua);
 S_j the effect of the j^{th} season ($j =$ dry and rainy season);
 $(L \times S)_{ij}$, the effect of the first order interaction of i^{th} location by j^{th} season and
 e_{ijk} random error associated with counts of viable bacterial, *S. aureus*, *C. perfringens*, moulds and yeast and *xerophilic* moulds for the k^{th} sample collected from the i^{th} location during the j^{th} season.

Results

The major micro-organisms found in Kilishi comprised of viable bacteria, *S. aureus*, *C. perfringens*, *E. coli*, moulds and yeast, *xerophilic* moulds (Table 1).

The effects of location and first order interaction between location and season on quantified microbiological contents of Kilishi are shown in table 2.

The effect of locality on counts of the various organisms (on the culture media) was highly significant ($P < 0.001$), except for *E. coli*. Total viable bacteria counts on Kilishi obtained on samples from Garoua was significantly ($P < 0.001$) higher than those obtained on Kilishi from Ngaoundere and Maroua. *S. aureus* counts on samples from Ngaoundere were significantly higher ($P < 0.001$) than those from Garoua and Maroua which registered no significant difference ($P > 0.05$). Counts for *C. perfringens* were significantly higher ($P < 0.001$) on samples obtained from Garoua and Ngaoundere as compared to those from Maroua. Levels of *E. coli* on the samples were inconsequential ($P > 0.05$) for the three regions. The mean (V) counts of viable bacteria *S. aureus*, *C. perfringens* and *E. coli* for samples obtained from Ngaoundere were significantly higher ($P < 0.001$) than those obtained from Maroua and Garoua. Though the level for samples obtained in Maroua was higher than that obtained in Garoua, there was no significant difference ($P > 0.05$). Counts of all micro-organisms obtained rainy season samples were significantly higher ($P < 0.001$) than those obtained in the dry season in the three regions. This is confirmed with the levels of significance ($P < 0.001$) obtained in the first order interaction between location and season.

The effect of location, season and interaction between season and location on the microbiological quality of Kilishi with respect to counts of fungi, are presented in table 3.

The presence of moulds and yeasts was significantly ($P < 0.001$) affected by the location and season. Counts of moulds and yeasts on samples from Maroua were significantly ($P < 0.001$) higher compared to those obtained on samples from Garoua and Ngaoundere.

Xerophilic moulds were significantly ($P < 0.001$) higher for Garoua samples compared to Maroua and Ngaoundere whose values were not significantly different ($P > 0.05$). Average (V) counts were also affected by location. Mean registered for Maroua was higher and significantly ($P < 0.001$) different from those registered for Ngaoundere and Garoua. However, mean value obtained for Ngaoundere was significantly higher than that obtained from Garoua.

Counts of fungi obtained on rainy season samples were significantly ($P < 0.001$) higher than those obtained on samples collected during the dry season. This observation is confirmed by mean counts obtained for the interaction between location and season.

Discussion

The extent to which a product is contaminated by micro organisms depends on the level of hygiene and sanitation of persons involved and material used in the production chain. The degree of humidity of a food material is responsible for the initiation or inhibition of the growth of micro-organisms. Traditionally dried or low moisture foods are those which contain not more than 25% moisture and water activity (a_w) of 0.0 to 0.60 (8). Bacteria require relatively high levels of moisture for growth. Yeasts would require less and moulds, still less quantity. The moisture content and water activity attributes of Cameroonian Kilishi have been studied (9). They put the levels at 6.92% and 0.59 respectively. These levels indicate Kilishi to be a very dry and stable quality product. Also, treating Kilishi with 10% (w/v) potassium sorbate and, proper polythene packaging will confer some degree of protection from contamination by moulds (3).

In this report, the minimum detection limit of growth of micro-organisms is considered to be 1.0×10^2 cfu/g. Samples having growth levels below this limit are regarded as having "no significant growth". There has been a lot of debate concerning the acceptability limit for the total viable bacteria (TVB) counts of micro-organisms in meat at the point of consumption. Pearson (13) puts the limit between 2.5×10^5 to 1.0×10^8 cfu/g of consumable meat. Tables 2 and 3 show the aerobic plate count on PCA for Kilishi consumption for the two seasons and the results indicate significant levels of growth ($> 1.0 \times 10^2$ cfu/g). These levels are acceptable when compared to the limit indicated above. The level of growth was higher in the rainy season than in the dry season for the three regions. This may be due to an increase in the relative humidity in the atmosphere which could have caused the dry product to pick some moisture to cause the growth of some micro-organisms, especially if the product was not well preserved. The dry season values for Ngaoundere samples, which is located on the Adamawa plateau, were generally

higher than those for Garoua and Maroua samples. This may be explained by the fact that the dry season in the Adamawa is shorter and characterised by a cooler weather than that in the North and Far North regions that are situated on the low-lying altitude. The dry seasons are of longer duration, characterized by dry and hot weather conditions with occasional dusty winds. The rainy seasons are of short duration.

The degree of meat spoilage is usually influenced in part, by the microbial load at the beginning of production, packaging and handling of the finished products. Aerobic plate counts (Tables 2 and 3) indicate that the level of microbial growth for the finish product during the dry rainy season is acceptable following the criteria set by Pearson (13). With the exception of *E. coli*, ($< 1.0 \times 10^2$ cfu/g), there were higher levels of bacteria growth in the rainy season. In the dry season, there was complete absence of *E. coli* and there was neither significant ($P > 0.05$, $< 1.0 \times 10^2$ cfu/g) difference of the growth of *S. aureus* and *C. perfringens* for all the three regions. This indicates that, for significant level of bacteria to establish and grow on Kilishi, it will need some levels of moistures. This can only be achieved if the product was not properly packed and exposed to or stored under conditions of relatively high humidity. For *S. aureus* to grow it would need a_w of 0.86 and *C. perfringens* and *E. coli* would not grow below a_w of 0.95 and 0.96, respectively (4). These levels are greater than that of Kilishi (a_w 59) (9). In the rainy season, there was significant ($> 1.0 \times 10^2$ cfu/g) but low levels of growth of these organisms. This may be due to increase of moisture levels, poor weather and poor conditions of handling the product that are usually abound during this time of the year.

The result of moulds, yeasts, and xerophilic moulds (Table 3) indicate that the levels of growth were significantly higher than, 1.0×10^2 cfu/g for both seasons with a slight growth increase in the rainy season. The levels were lower than those of the bacteria and were acceptable when compared to the limits of 2.5×10^5 to 1.0×10^8 cfu/g suggested by Pearson (13). This is an indication that, Kilishi is not pruned to excessive contamination by these organisms. Important fungi isolated in low numbers

included *Candida* and *Aspergillus spp.* Most, if not all of these might have arisen from air borne dust circulating in the atmosphere among other sources. In general, the levels of growth of micro-organisms in both seasons were low and though those of the rainy season were higher, they fell within the level of acceptability set by Pearson (13).

Some spices used in Kilishi production play a key role in inhibiting the growth and proliferation of some micro-organisms. It was reported that extracts of garlic, for example have been shown to inhibit many species of fungi (2), onions and ginger (6) have been shown to prevent or greatly reduce the development of rancidity and oxidative flavour deterioration (10). Their incorporation in the Cameroonian Kilishi could be accountable for its good quality, flavour and palatability.

Conclusion

Kilishi may therefore be a stable dried meat product capable of imposing a barrier to the establishment and multiplication of significant levels of micro-organism. Due to its high microbiological quality, it is safe to consume the product throughout the year regardless of the season and place of production. However, good precautionary measures must be taken to prevent or greatly reduce its contamination by micro-organisms, especially during the rainy season. To achieve this, technical controls in many respects are necessary. Only meat of good microbiological quality should be used for processing. During transportation of carcass and preparation of the product, measures should be taken to avoid contamination. Pieces of meat to be used must be thin enough to ease fast drying in order to minimize the growth of external mesophilic microbial contaminants. The final product must be dried to a sufficiently low water content relative to lean content and protected by employing suitable packaging techniques to avoid re-absorption of moisture.

Acknowledgement

We are grateful to the British Department for International Development for supplying some of the materials used for this work.

Literature

1. Alonge D.O. & Hiko A.A., 1981, Traditional methods of meat preservation and preparation in Nigeria, West Africa Farming, March/April, 19-20.
2. Azzouz M.A. & Bullerman L.B., 1982, Comparative antimycotic effects of selected herbs, spices, plants components and commercial antifungal agents, Journal of Food protection, 45, 1298-1301.
3. Banwart G.J., 1989, Basic Food Microbiology, 2nd Edition, 605-606, Van Nostrand Reinhold Publishing.
4. Christian J.H.B., 1969, Water activity and the growth of micro-organisms, In: Jay J.M, (ed.) Modern Food Microbiology (1978). Van Nostrand Company New York 2nd Edition, pp. 33-34.
5. Harrigan W.F. & McCance M., 1976, Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press, New York, USA, pp. 25-29.
6. Hefnawy W.F., Moustafa S.I. & Marth E.H., 1993, Sensitivity of Listeria Monocytogenes to selected species. Journal of Food Protection, 56, 876-878.
7. Igene O., Farouk M.M. & Akanbi C.T., 1990, Preliminary studies on the traditional processing of Kilishi, J. Sci. Food Agric. 50, 89.
8. James M.J., 1978, Preservation of foods by drying, Modern Food Microbiology, van Nostrand Company, New York, 2nd Edition, Pp. 237.
9. Jones M.J., Tanya V.N., Mbofung C.M.F., Fonkem D.N. & Silverside D.E., 2001, A microbiological and nutritional evaluation of the West African dried meat 'product, Kilishi, Journal of food technology in Africa, 6, 126-129.
10. Kikuzaki H. & Nakatani N., 1993, Antioxidant effect of some ginger

- constituents, *Journal of Food Protection*, 58, 1407-1410.
11. Lawrie R.A., 1979, *Meat Science*, Pergamon Press, London, 3rd Edition, pp. 241-299.
 12. Musonge P. & Njolai E.N., 1994, Drying and infusion during the traditional processing of Kilishi, *Food ENG*, 23, 159-168.
 13. Pearson D., 1968a, Application of chemical methods for the assessments of beef quality, general considerations, sampling and the determination of basic components, *J. Sci. Food Agric.* 19, 364-366.
 14. Statistical Analytical Systems (SAS), 1991, *SAS/STAT Guide for Personal Computer*, Version 6.03 Edition, SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
 15. Scott W.J., 1957, Water relations of food spoilage micro-organisms, *Adv. Food Res.* 1, 83-127.

D.N Fonkem, Cameroonian, MSc Medical Microbiology, Research Officer, Institute of Agricultural Research for Development, Bambui, Regional Centre, PO Box 1, Bamenda, Cameroon.

V.N. Tanya, Cameroonian, PhD Virology/Epidemiology, Principal Research Officer, Technical Adviser N°1, Ministry of Scientific Research and Innovation, Yaounde, Cameroon.

A.L. Ebangi, Cameroonian, PhD Animal Breeding and Genetics, Senior Research Officer, Regional Scientific Coordinator, Institute of Agricultural Research for Development, Bambui/Mankon, Regional Centre, PO Box 51, Bamenda, Cameroon.

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 oeuvrent 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.

Efecto del desmane y de la modalidad de cosecha sobre las características y producción de racimos de plátano tipo Francés FHIA-21

A.V. Calvo*

Keywords: Hands removal- Harvest by bunch age- Harvest by bunch age and fruit thickness- Hand conformation- Fruit dimensions- *Musa AAAB* - Costa Rica

Resumen

Dos experimentos de intensidades de desmane (ID) con la remoción de 0, 1, 2 y/o manos verdaderas fueron hechos con plátanos de primera generación de FHIA-21 en el Caribe de Costa Rica durante el año 2006. Un experimento fue cosechado utilizando una modalidad de cosecha (MC) por edad preestablecida del racimo (E) y el otro considerando la edad del racimo y el grosor del fruto preestablecidos (EG). Se midieron variables relacionadas con el racimo a la cosecha. El peso del racimo y el número de frutos disminuyeron conforme aumentó la ID en ambas MC (E: $P < 0,0081$; EG: $P < 0,0067$). El número de hojas efectivas y los días del desmane a la cosecha no difirieron ($P > 0,3174$) con la ID o la MC. El grosor del fruto central de la fila externa difirió entre ID en la mayoría de las manos con la MC-E ($P < 0,0557$) y solamente en las tres primeras manos de los racimos de siete manos con MC-EG ($P < 0,0153$). Cuando la cosecha fue realizada por MC-E la longitud del fruto central de la fila externa fue mayor con la ID pero dicha diferencia solo alcanzó a ser significativa ($P < 0,0505$) en la tercera y quinta mano de los racimos de seis manos. En la MC-EG no se observaron diferencias ($P > 0,1398$). Las variables de conformación morfológica de la mano no variaron entre ID para todas las manos con MC-EG ($P > 0,0835$) y para la mayoría de aquellas con MC-E ($P > 0,1440$). En estas condiciones experimentales MC determinó la respuesta del racimo a la ID.

Summary

Effect of Dehanding and Harvest Modality on French Type plantain FHIA-21 (*Musa AAAB*) Bunch Variables and Number of Leaves

Two experiments of dehanding intensity (DI) removing 0, 1 or 2 true hands were done in the first generation of FHIA-21 plantain in the Caribbean of Costa Rica during year 2006. One experiment was harvest using the modality (HM) of pre-established age (A) of the bunch and the other considering the pre-established age of the bunch in combination with fruit thickness (AT). Bunch characteristics were measured at harvest. Bunch weight and its fruit number decreased as DI increased in both HM (A: $P < 0.0081$; AT: $P < 0.0067$). The number of effective leaves and days from dehanding to harvest did not vary ($P > 0.3174$) with DI nor with HM. Central fruit thickness of the inner row differed among DI in the majority of A-HM hands ($P < 0.0557$) and only in the three first hands of seven bunch hands from AT-HM ($P < 0.0153$). When harvest was performed through A-HM, the central fruit length of the inner row was larger with the DI but the difference was large enough to be significant ($P < 0.0505$) in the third and five hands in bunches of six hands. For AT-HM no differences ($P > 0.1398$) were observed. Hand conformation variables did not differ among DI for all hands from AT-HM ($P > 0.0835$) and for the majority of those hands in A-HM ($P > 0.1440$). In this experimental conditions HM determine bunch response to DI.

Introducción

En plátanos del tipo Francés, diversos autores (1, 2, 6, 7, 10) mencionan una respuesta positiva al desmane en plátanos del tipo Francés. Sin embargo, Vargas *et al.* (15) demostraron que ello no sucede en los plátanos del tipo Falso cuerno, cuando se removieron hasta dos (cv. Hartón alto) y hasta tres (cv. Hartón enano) manos verdaderas.

Estudios con diferentes intensidades de desmane en bananos del subgrupo Cavendish (12, 13), en donde la cosecha de un grupo de racimos de una misma edad se efectuó progresivamente conforme sus frutos alcanzaron el grosor preestablecido (por

edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos), concluyeron al igual que lo indicado por otros autores (5, 8), que el beneficio real del desmane no estuvo en función de un aumento de las dimensiones del fruto sino por la reducción del período de floración a cosecha. Por el contrario, tal y como se sugiere en otros documentos (14), cuando la cosecha se efectúa en racimos de una misma edad y en un mismo momento (por edad del racimo), el efecto de la remoción de frutos se expresaría básicamente como un aumento de sus dimensiones.

En el cultivo del plátano, ya sea del tipo Falso Cuerno

*Corporación Bananera Nacional (CORBANA, S.A.), Guápiles, Apdo, 390-7210, Costa Rica. Tel: (506) 2713-16-00 Fax: (506) 2763-35-33 E-mail: alfarga@corbana.co.cr

Recibido el 20.11.08 y aceptado para publicación el 02.12.09.

o del tipo Francés, la cosecha se realiza únicamente por edad, lo que eventualmente no permitiría optimizar las características de producción antes citadas, principalmente cuando se trate de frutos para la exportación. Quizá en los plátanos del tipo Falso Cuerno, particularmente en el caso de los cultivares de porte alto, la misma conformación y distribución de los frutos en el racimo podría atentar contra una apropiada y práctica medición manual del fruto en la planta. No obstante, ello no sería impedimento para que en los plátanos del tipo Francés, cuyo racimo presenta una distribución de manos así como de frutos por mano similar a la de los bananos del subgrupo Cavendish, la edad del racimo junto con el grosor del fruto, pudiera definir el momento óptimo de la cosecha.

Ello cobra especial importancia en el plátano tipo Francés el FHIA-21, uno de los plátanos de mayor tolerancia a la Sigatoka negra y cuyos frutos pueden ser utilizados como fruta de cocción o industrializados. Un desmane racional, en conjunto con una modalidad de cosecha apropiada, podría mejorar el aprovechamiento del racimo y optimizar variables de producción, calidad y uniformidad en este valioso material.

Por ello, el objetivo del trabajo consistió en determinar el efecto de intensidades crecientes de desmane sobre el peso del racimo y las características del fruto del plátano tipo Francés FHIA-21 bajo dos modalidades de cosecha: 1- por edad preestablecida del racimo y 2- por la edad del racimo y el grosor del fruto, ambos preestablecidos.

Materiales y métodos

Dos experimentos se realizaron en el Caribe de Costa Rica durante el año 2006 en plátanos de primera generación cultivados a partir de cormos y sembrados en un suelo de origen sedimentario a una densidad de población de 2.500 plantas ha⁻¹ durante el año 2006.

Los tratamientos de desmane fueron: 1- sin eliminación de manos verdaderas. 2- eliminación de una mano verdadera y 3- eliminación de dos manos verdaderas. En el experimento 1 se consideró una modalidad de cosecha (MC) por edad (E) preestablecida del racimo y en el experimento 2 una modalidad de cosecha (MC) por edad del racimo y grosor del fruto (EG) preestablecidos.

La remoción de manos verdaderas, de la mano falsa y el encinte de cada racimo se realizaron 15 días después de la emisión de la respectiva inflorescencia. Los tratamientos de desmane se efectuaron de acuerdo con la aparición en la plantación de racimos de seis y siete manos verdaderas (83 y 87% del total florecido para los experimentos 1 y 2, respectivamente). Cada planta y su racimo se consideró como una repetición. El número de repeticiones fue en la MC-E de 15, 19 y 18 en los racimos de seis manos y de 28, 27 y 27 en los racimos de siete manos para 0, 1 y 2 manos

eliminadas. En la MC-EG el número de repeticiones fue de 14, 17 y 16 en los racimos de seis manos y de 22, 22 y 23 en los racimos de siete manos para 0, 1 y 2 manos eliminadas.

En el experimento 1, la cosecha de cada grupo de racimos de similar edad, provenientes de plantas que florecieron dentro de una misma semana, se llevó a cabo 12 semanas después de la floración (84 días). En el experimento 2 eso se hizo a las 11 o 12 semanas (77 u 84 días) de la floración, conforme alcanzaran el grosor preestablecido. Los racimos remanentes del experimento 2 que no alcanzaron durante ese lapso el grosor preestablecido fueron cosechados en su totalidad a las 13 semanas (91 días) de la floración. Para ello se definió, de acuerdo con observaciones y mediciones previas, un grado mínimo de cosecha de 36,5 mm o 46 treintaidosavos de pulgada (un treintaidosavo de pulgada = 0,793 mm), medido en el fruto central de la fila externa de la segunda mano con la ayuda de un calibrador manual bananero graduado en treintaidosavos de pulgada.

Las variables evaluadas fueron: peso (kg) del racimo, número de frutos por racimo, número de hojas efectivas a cosecha, número de días del desmane a la cosecha, grosor (mm, medido en la parte media con un calibrador tipo Vernier) y largo (cm de pulpa a pulpa) externo e interno, distancia (cm) del ápice del fruto central de la fila interna al raquis de la primera y segunda mano y cantidad de frutos deformes de cada una de las manos del racimo, definidos como aquellos frutos de una mano que por su extrema curvatura se incrustan en la mano siguiente. Mediante la relación entre el largo externo y el largo interno se determinó el índice de curvatura del fruto. Como deforme se consideró aquel fruto cuyo ápice se insertó en la base de la fila externa de la mano precedente.

Los datos fueron analizados con la ayuda del programa estadístico SAS (11) mediante un ANDEVA. Cuando hubo diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba DMS.

Resultados

El peso y el número de frutos (Tabla 1) disminuyeron conforme aumentó la intensidad del desmane (ID) tanto en la modalidad de cosecha por edad (MC-E; $P < 0,0081$) como en la modalidad de cosecha por edad y grosor preestablecidos (MC-EG; $P < 0,0067$). La cantidad de hojas a la cosecha y la cantidad de días del desmane a la cosecha no fueron afectados por la ID ni por la MC ($P > 0,3174$). No obstante, para los racimos de seis manos cosechados por MC-EG, se observó un menor cantidad de días con el desmane (2,6 días menos en promedio), magnitud que sin embargo, no alcanzó a ser diferente estadísticamente ($P > 0,5113$) de aquellos sin desmane.

El grosor del fruto central de la fila externa (Tabla 2) de la mayoría de las manos de cada tamaño de

racimo aumentó ($P < 0,0557$) con la ID en la MC-E. Dicho efecto fue más evidente entre los racimos sin desmanar y el tratamiento con la mayor ID ($P < 0,05$) con 0,7 a 2,1 mm más en promedio. En la MC-EG por el contrario no hubo diferencias ($P > 0,0781$) entre ID para esta variable en la mayoría de las manos de ambos tamaños de racimo.

La longitud del fruto central de la fila externa (Tabla 2) solamente difirió ($P < 0,0505$) entre ID en la MC-E para la tercera y quinta mano de los racimos de seis manos con 1,6 a 2,0 cm más en los racimos desmanados. Este comportamiento también se observó en las restantes manos de ambos tamaños de racimo pero las diferencias en este, caso entre ID ($P > 0,1140$), no fueron estadísticamente significativas. En la MC-EG, excepto por la primera y cuarta mano de los racimos de siete manos ($P < 0,0136$), no hubo diferencias para cada tamaño de racimo entre ID ($P > 0,1398$). Aún así, cuando dichas diferencias se presentaron, estas fueron de poca magnitud.

La distancia del ápice del fruto central de la fila interna al raquis y el índice de curvatura de dicho fruto (Tabla 3) no variaron ($P > 0,1447$) para las manos evaluadas de ambos tamaños de racimo, en función de las ID en la MC-E (Figure 1). En la MC-EG (Figure 2) tampoco hubo diferencias entre ID ($P > 0,0984$) para ambas variables, aunque con la mayor ID se observó en el racimo de seis manos una distancia más amplia de la mano con respecto al raquis (3,1 a 3,5 cm más), la cual sin embargo, no alcanzó a ser significativa estadísticamente.

El porcentaje de frutos deformes por mano (Tabla 3) no varió ($P > 0,1440$) entre ID en la mayoría de las manos de los racimos provenientes de MC-E así como en la totalidad de las mismas de aquellos de MC-EG ($P > 0,0835$).

Discusión

La reducción en el peso y en la cantidad de frutos del racimo en ambos experimentos con el aumento de la intensidad del desmane, concuerda con los resultados obtenidos en materiales de plátano del tipo Francés FHIA-21 (1, 10), FHIA-20 (2) y Dominico (6, 7, 9) cosechados en todos los casos fundamentalmente por edad. Ello indica claramente que la disminución en el peso del racimo no es compensada a la cosecha por un incremento en el peso de las manos remanentes. Esto ha sido señalado también por Vargas (12, 13) en bananos del subgrupo Cavendish cosechados por edad del racimo y grosor del fruto y sugiere que dicha disminución se expresa independientemente del sistema de cosecha usado.

A pesar de que en ambos sistemas de cosecha no hubo significancia estadística entre intensidades de desmane para el intervalo floración-cosecha, en la MC-EG se observó, a diferencia de la MC-E, una tendencia a la reducción de dicho intervalo con la mayor intensidad de desmane. Ello sugeriría, una respuesta diferencial al desmane del FHIA-21 y de los plátanos del tipo Francés a dicha variable en función del sistema de cosecha, en congruencia con lo indicado por Vargas (12, 13, 14) para cultivares de *Musa* del subgrupo Cavendish.

Tabla 1

Medias de producción y crecimiento de racimos de plátano FHIA- 21 con tres intensidades de desmane y dos modalidades de cosecha

Manos eliminadas por y modalidad de cosecha	Peso del racimo (kg)	Número de frutos	Número de hojas	Intervalo desmane-cosecha (días)
MC-E ¹ (seis manos)				
0	21,2a	81,5a	4,5	83,6
1	20,5a	67,0b	5,0	83,8
2	17,7b	53,0c	4,2	83,4
Pr > F	0,0081	0,0001	0,3581	0,9401
MC-E (siete manos)				
0	24,1a	96,3a	4,4	84,2
1	23,1a	82,9b	4,8	83,0
2	21,3b	69,6c	4,7	83,5
Pr > F	0,0003	0,0001	0,7860	0,3174
MC-EG ² (seis manos)				
0	21,0a	77,4a	3,5	84,0
1	19,1ab	69,2b	4,0	80,9
2	17,1b	57,3c	4,4	81,8
Pr > F	0,0067	0,0001	0,3530	0,5113
MC-EG (siete manos)				
0	22,5a	96,2a	3,4	83,8
1	22,6b	83,6b	3,9	82,4
2	19,9c	70,5c	3,7	82,1
Pr > F	0,0001	0,0001	0,5240	0,5580

1/ Modalidad de cosecha por edad del racimo preestablecida, n= 15, 19 y 18 (6 manos) y 28, 27 y 27 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2. 2/ Modalidad de cosecha por edad del racimo y grosor del fruto, preestablecidos, n= 14, 17 y 16 (6 manos) y 22, 22 y 23 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2.

Tabla 2
Medias de grosor (mm) y longitud (cm) de racimos de plátano FHIA- 21 con tres intensidades de desmane y dos modalidades de cosecha

Manos eliminadas por modalidad de cosecha	Posición de la mano en el racimo						
	1	2	3	4	5	6	7
Grosor (mm)							
MC-E ¹ (seis manos)							
0	38,0	37,4b	36,5b	35,4b	35,3	34,4	----
1	39,0	38,5ab	37,9ab	36,7ab	36,5	----	----
2	39,7	39,5a	38,5a	37,2a	----	----	----
Pr> F	0,1187	0,0153	0,0480	0,0557	0,1637	----	----
MC-E (siete manos)							
0	38,2b	37,1b	36,9	35,7b	35,1b	34,7	33,2
1	38,7ab	37,6ab	37,2	37,0a	36,0a	35,0	----
2	39,5a	38,1a	37,6	37,0a	35,8a	----	----
Pr> F	0,0547	0,0363	0,1036	0,0011	0,0190	0,4175	----
MC-EG (seis manos)							
0	38,5	36,5	36,6	35,9	35,8	34,6	----
1	37,4	36,5	36,9	36,3	36,0	----	----
2	38,7	37,3	37,2	35,8	----	----	----
Pr> F	0,0781	0,2362	0,5586	0,7526	0,8115	----	----
MC-EG (siete manos)							
0	36,9b	36,5b	36,0b	35,3	35,0	34,3	33,2
1	38,1a	37,3a	36,7a	35,9	35,3	34,7	----
2	38,2a	37,2a	37,0a	36,0	35,3	----	----
Pr> F	0,0048	0,0047	0,0153	0,1627	0,2586	0,2303	----
Longitud (cm)							
MC-E ² (seis manos)							
0	23,4	22,8	21,9b	21,3	20,3b	19,9	----
1	24,3	24,1	23,3ab	22,5	21,9a	----	----
2	24,7	24,8	24,5a	23,2	----	----	----
Pr> F	0,5785	0,1140	0,0505	0,1250	0,0435	----	----
MC-E (siete manos)							
0	23,9	23,5	22,6	21,8	21,4	20,7	19,2
1	23,9	24,3	23,4	22,2	22,1	21,5	----
2	24,2	24,2	23,3	22,4	22,3	----	----
Pr> F	0,7290	0,3320	0,2191	0,3395	0,2053	0,1448	----
MC-EG (seis manos)							
0	23,8	23,4	23,1	21,6	21,8	20,3	----
1	24,3	23,5	22,3	21,5	21,3	----	----
2	24,5	23,9	23,0	22,2	----	----	----
Pr> F	0,7076	0,7719	0,3460	0,4727	0,3215	----	----
MC-EG (siete manos)							
0	23,4b	23,8	23,0	21,5	22,0	20,9	19,0
1	24,1ab	24,1	23,4	22,1	22,4	21,3	----
2	25,0a	24,2	24,0	22,8	22,3	----	----
Pr> F	0,0136	0,7643	0,1389	0,0217	0,7195	0,4250	----

1/ Modalidad de cosecha por edad del racimo preestablecida, n= 15, 19 y 18 (6 manos) y 28, 27 y 27 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2. 2/ Modalidad de cosecha por edad del racimo y grosor del fruto, preestablecidos, n= 14, 17 y 16 (6 manos) y 22, 22 y 23 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2.

El efecto del desmane sobre el grosor y la longitud de frutos provenientes de racimos cosechados por edad, fue consecuente la que encontraron diversos autores (6, 7, 9) en plátanos del tipo Francés (cultivares Superplátano y FHIA- 21). De tal forma, cuando la cosecha se efectuó con base a un número preestablecido de días después de la floración, la respuesta al aumento en la intensidad de la labor se

expresó como un incremento de las dimensiones del fruto. En contraste, cuando la cosecha se efectuó por edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos, la respuesta a la práctica sugirió una reducción en el tiempo a cosecha y no en las dimensiones de los frutos, consideración que concuerda con resultados de investigación (12, 13, 14) en bananos del subgrupo Cavendish cosechados por edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos.



Figura 1: Racimos de plátano (siete manos verdaderas) de FHIA-21 con tres intensidades de desmane y cosechados por edad del racimo preestablecida. De izquierda a derecha 0, 1 y 2 manos removidas.



Figura 2: Racimos de plátano (siete manos verdaderas) de FHIA-21 con tres intensidades de desmane y cosechados por edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos. De izquierda a derecha 0, 1 y 2 manos removidas.

Tabla 3
Medias de conformación de la mano, forma del fruto y frutos deformes en racimos de FHIA- 21 con tres intensidades de desmane y dos modalidades de cosecha

Manos eliminadas por modalidad de cosecha	Distancia (cm)		Índice de curvatura		
	Posición de la mano en el racimo		1	2	3
	1	2	1	2	3
MC-E ¹ (seis manos)					
0	10,5	17,0	1,28	1,28	1,30
1	12,9	16,6	1,21	1,22	1,24
2	13,0	17,9	1,22	1,25	1,27
Pr> F	0,1447	0,7300	0,2550	0,2750	0,3223
MC-E (siete manos)					
0	13,9	15,1	1,25	1,24	1,25
1	15,0	14,3	1,22	1,28	1,25
2	15,1	14,4	1,24	1,26	1,28
Pr> F	0,5000	0,7252	0,7089	0,5608	0,4163
MC-EG ² (seis manos)					
0	13,2	14,6	1,26	1,30	1,30
1	15,2	13,3	1,32	1,35	1,35
2	16,3	17,7	1,25	1,27	1,25
Pr> F	0,4445	0,0984	0,3395	0,1893	0,1711
MG-EG (siete manos)					
0	14,2	14,7	1,24	1,29	1,29
1	14,4	14,3	1,27	1,33	1,32
2	12,5	16,2	1,26	1,28	1,31
Pr> F	0,2450	0,2948	0,3603	0,2211	0,7042

Manos eliminadas por modalidad de cosecha	Frutos deformes (%) por mano						
	1	2	3	4	5	6	7
MC-E ¹ (seis manos)							
0	0,9	0,0	5,8	11,6	3,8	5,5	-----
1	0,0	0,7	9,2	12,3	4,2	-----	-----
2	0,6	1,3	4,2	7,7	-----	-----	-----
Pr> F	0,5139	0,6449	0,1589	0,5329	0,8703	-----	-----
MC-E (siete manos)							
0	1,0	1,9	12,1a	13,9	14,1	3,4	9,8
1	1,3	1,3	10,8b	9,9	10,1	7,5	-----
2	0,8	0,8	4,7b	9,3	11,8	-----	-----
Pr> F	0,8418	0,3251	0,0111	0,1440	0,3377	0,0367	-----
MC-EG ² (seis manos)							
0	0,0	0,0	9,7	9,9	12,0	4,6	-----
1	0,0	0,8	9,4	6,7	8,7	-----	-----
2	0,8	0,8	8,7	12,8	-----	-----	-----
Pr> F	0,3614	0,6300	0,9578	0,3605	0,4360	-----	-----
MC-EG (siete manos)							
0	0,4	0,7	9,8	11,9	12,7	2,9	8,2
1	0,5	0,6	7,7	10,3	11,3	2,0	-----
2	1,1	0,7	4,6	12,1	7,8	-----	-----
Pr> F	0,5430	0,9989	0,0835	0,7113	0,1835	0,5555	-----

1/ Modalidad de cosecha por edad del racimo preestablecida, n= 15, 19 y 18 (6 manos) y 28, 27 y 27 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2. 2/Modalidad de cosecha por edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos, n= 14, 17 y 16 (6 manos) y 22, 22 y 23 (7 manos) para manos eliminadas 0, 1 y 2.

Aunque se menciona que el racimo del plátano del tipo Francés FHIA-21 se caracteriza por su gran plasticidad, y que con la práctica del desmane se le puede convertir en un plátano del tipo Falso cuerno como el Dominico Hartón o en un plátano del tipo Falso cuerno como el Hartón (3), los resultados obtenidos en este trabajo, con ambos sistemas de cosecha no permiten llegar a dicha conclusión. Por el contrario, son muy claros en señalar una apariencia similar del racimo entre las intensidades de desmane evaluadas. La ausencia de diferencias en estas variables es congruente con lo indicado también

en FHIA-21 (10), lo que al igual que lo indicado en bananos del subgrupo Cavendish cosechados por edad del racimo y grosor del fruto (13), no sustenta la presunción de que la remoción de manos en el racimo podría inducir modificación en la apertura de la mano con respecto al raquis, en la forma del fruto o en la expresión de frutos deformes.

Los resultados en plátanos diferencialmente desmanados del tipo Francés como Dominico y FHIA-21 y con MC-E, (1, 2, 6, 7, 9) difieren sin embargo, de aquellos mencionados para plátanos del tipo Falso Cuerno bajo igual sistema de cosecha

(15). Probablemente, la ausencia de diferencias en el grosor y la longitud indicadas por dicho autor, podría ser la consecuencia de una mucho menor cantidad natural de frutos (y de peso) en las últimas manos de los plátanos del tipo Falso Cuerno, en comparación con aquellos del tipo Francés.

Dado que los racimos de FHIA-21 al igual que para los bananos del subgrupo Cavendish, permiten la determinación del grosor de sus frutos con la ayuda de un calibrador fijo adosado a la cuchilla o 'chuza', podrían ser cosechados mediante la MC-EG. Ello podría ser relevante en aquellas plantaciones con fruta destinada para el consumo como fruta fresca o para la industria, en gran parte debida a la obtención de frutos de dimensiones más uniformes con un grado óptimo de madurez. Esto máxime que la oportunidad de dividir la cosecha de racimos con una misma edad es mayor en el FHIA-21 que en otros plátanos, dada la particular tolerancia de este cultivar a la Sigatoka negra.

La variación en las dimensiones de los frutos en algunas manos de racimos con MC-EG con diferente desmane, podría ser eliminada en virtud de ajustes en el grosor preestablecido de cosecha, en virtud de trabajos posteriores que evalúen, en función de aquellas condiciones agroclimáticas y de mercado particulares, el grosor óptimo del fruto con el que definir su cosecha. Independientemente de las modalidades de cosecha es necesario racionalizar el desmane, en virtud entre otros de las normas de calidad requeridas, de la época climática y del tamaño del racimo con el propósito de que la cantidad de manos que se remuevan con la labor, sean aquellas que verdaderamente no puedan ser aprovechadas bajo ninguna circunstancia.

En ninguna de las modalidades de cosecha ni intensidades de desmane los frutos alcanzaron las normas de calidad requeridas para su uso industrial como rodajas fritas o 'chips' (40 mm de grosor mínimo y 18 cm de largo mínimo medido del inicio hasta el final de la pulpa). El desarrollo del racimo de acuerdo con el tiempo mínimo y máximo de permanencia en la planta no permitió definir un grosor mínimo de mayor magnitud al que se utilizó (36,5 mm) en el presente trabajo para ambas modalidades de cosecha. Ello probablemente estuvo asociado con la densidad de plantas usada, lo cual sugiere que a diferencia de lo

indicado por otros autores (4), una población de 2.500 plantas por ha en primera generación podrían ser una cantidad excesiva para el FHIA-21. La magnitud la expresión productiva en términos de peso del racimo y circunferencia del fruto ha sido evaluada en este híbrido (16) cuyos datos indican la ocurrencia una importante reducción en dichas variables conforme aumenta la densidad de plantas por área.

Dado que la respuesta del FHIA-21 al desmane estuvo determinada en función de la modalidad de cosecha, dicho aspecto debe ser considerado en la definición de metodologías de evaluación y en la interpretación de resultados, particularmente en plátanos del tipo Francés y en bananos del subgrupo Cavendish. No considerar este aspecto podría ser una de las causas por las cuales muchos de los trabajos experimentales de desmane, particularmente aquellos con bananos (*Musa* AAA) difieren entre sí. De tal manera, el efecto de la práctica y su aplicación deben ser definidos apropiadamente tanto para musáceas cuya modalidad de cosecha comercial es por edad del racimo y grosor del fruto preestablecidos (bananos del subgrupo Cavendish para exportación) como para aquellas en donde se realiza por edad del racimo (plátanos).

Conclusiones

La MC provoca una respuesta diferencial del racimo de plátano del tipo Francés FHIA-21, en términos de dimensiones del fruto, a la práctica del desmane. En la MC-E, la remoción de manos causa un aumento en el grosor y en la longitud de los frutos remanentes. Por el contrario, cuando se utiliza la MC-EG, dado que la mayoría de los racimos tienen la oportunidad de alcanzar el grosor preestablecido, las dimensiones de los frutos a la cosecha son similares entre ID. En éste último caso podría permitirse el uso de menores desmanes y por consiguiente aumentar el aprovechamiento del racimo.

En los experimentos de remoción de manos en racimos de plantas del género *Musa*, la MC seleccionada debe corresponder con aquella usada en las explotaciones comerciales, dadas las diferencias que existen en función del destino (local o exportación) de la producción. De ésta manera, las recomendaciones emanadas serán siempre congruentes con la realidad de manejo del cultivo.

Referencias

- Arcila M., Valencia J., Belalcázar S. & Morales O., 2002, Efecto del desmane sobre la calidad y la producción del híbrido FHIA-21 pp 446-449, *In: Asociación de Bananeros de Colombia, AUGURA (Editores), XV ACORBAT 2002. Cartagena de indias, Colombia, 617 p.*
- Aristizábal M., 2004, Efectos del desmane y la distancia de siembra sobre las características productivas del plátano FHIA-20. *InfoMusa, 13, 1, 9-12.*
- Belalcázar S. & Rosales F., 2001, Desmane pp. 119-122, *In: F. Rosales and S. Belalcázar (Editores), Siembra y explotación para el cultivo del plátano, Módulo 24, INIBAP, 1 Disco de Video Digital, 12 cm.*
- Coto J. & Aguilar JF., 2002, Comportamiento productivo de los plátanos FHIA-20 y FHIA-21 y Cuerno bajo el estudio de densidades de población pp. 9-13. *In: FHIA (Editors), Informe Técnico 2001, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, La Lima, Honduras, 35 p.*
- Daniels J., O'Farrel P., Mulder C. & Campbell S., 1987. Effects of bunch covering and bunch trimming on bananas in north Queensland. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences, 44, 2, 101-105.*
- Irizarry H. & Goenaga R., 1997, Yield and fruit quality of the superplátano grown on an Ultisol with supplemental irrigation. *J. Agric. Univ. P.R. 81, 3-4, 141-149.*
- Irizarry H., Rivera E., Krikorian A. & Rivera E., 1991, Proper bunch management of the French-type superplantain (*Musa acuminata* x *M.*

- balbisiana*, AAB) in Puerto Rico. J. Agric. Univ. P.R. **75**, 2, 163-171.
8. Lara F., 1970, Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica, Imprenta Trejos, San José, Costa Rica. 278 p.
 9. Rodríguez J., Irizarry H. & Rivera E., 1988, Efecto de la poda de manos en el rendimiento y calidad de la fruta de plátano (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*, AAB) pp. 537-541. In: Asociación de Bananeros de Urabá-AUGURA (Editores), VIII ACORBAT 1987, Santa Marta, Colombia, 602 p.
 10. Rodríguez G., Muñoz N. & Márquez J., 2006, Poda de manos en el clon FHIA-21 (*Musa* (AAAB) y su efecto sobre las dimensiones del fruto y aspectos de calidad pp 536-544. In: E. Soprano, F. Adami, L. Lichtemberg and M. Silva (Editores), XVII ACORBAT 2006, Santa Catarina, Brazil, 911 p.
 11. SAS Institute Inc., 2002-2004, Version 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
 12. Vargas A., 2001, Efecto de la intensidad de desmane sobre el peso del racimo y las dimensiones del fruto de banano (*Musa* AAA, cvs. "Gran Enano" y "Valery") en dos épocas del año. CORBANA, **27**, 54, 13-34.
 13. Vargas A., 2002, Alta intensidad de desmane en banano (*Musa* AAA, cvs. Grande Naine y Williams), su efecto sobre el peso del racimo y las dimensiones de los frutos. CORBANA, **28**, 55, 27-42.
 14. Vargas A., 2003, Efecto de tres intensidades de desmane sobre el desarrollo del racimo de banano (*Musa* AAA, cvs. Grande Naine y Valery). CORBANA, **29**, 56, 27-38.
 15. Vargas A., Sandoval J. & Blanco, F., 1999, Efecto del desmane sobre la calidad del racimo en plátano cv. 'Falso Cuerno' (*Musa* AAB) enano y semigigante. CORBANA, **25**, 52, 129-142.
 16. Ventura G. & Morales R., 2005, Evaluación de densidades de siembra en la producción de plátano cultivar FHIA-21 pp. 37-48. In: Musáceas, Resultados de Investigación, IDIAF, Santo Domingo, República Dominicana, 117 p.

A.V. Calvo, Costarricense, Licenciado en Ciencias Agronómicas con énfasis en Fitotecnia, Supervisor Investigaciones Sección de Agrofisiología, CORBANA S.A., Costa Rica.

Picturing Adoption of Below-Ground Biodiversity Technologies among Smallholder Farmers around Mabira Forest, Uganda

B.E. Isabirye^{1*}, M. Isabirye² & Anne M. Akol³

Keywords: Soil technologies- Enhancing- Farmers- Community- Uganda

Summary

Faced with a multitude of soil and water amendment technologies, farmers have the task of choosing the technologies to adopt for ensuring subsistence and income sustainability. In 2008, a study to characterize the farmers was conducted around Mabira Forest, to assess the adoption of soil technologies fostering Belowground Biodiversity (BGBD). Eighty-four households (38 participating and 46 non-participants) from four villages were randomly selected and interviewed. Results showed that the adoption pattern was significantly driven by farm size, labor, household size, age and wealth status of the house. Also important were farm location, gender of household head, primary occupation, soil and water conservation technologies training, land tenure, and social capital. For the few current adopters, there was a perceived increase in labor demand but overall productivity was higher, partly resulting from increased crop productivity due to soil fertility enhancement and soil structure modification. It is therefore concluded that, around Mabira forest, BGBD technologies will be adopted by farming households with sufficient land, labor and social capital.

Résumé

Images d'adoption des technologies de la biodiversité du sous-sol parmi les petits exploitants agricoles dans le paysage de la forêt de Mabira, Ouganda

Face à une multitude d'amendement des sols et des technologies de l'eau, les agriculteurs ont la tâche de choisir les technologies à adopter pour assurer la subsistance et un revenu durable. En 2008, une étude a été menée auprès des fermiers de la région de la forêt de Mabira, afin d'évaluer l'adoption des technologies des sols. Quatre-vingt-quatre agriculteurs, choisis au hasard, ont été interrogés. Les résultats ont montré que la taille agricole a significativement influencé le modèle d'adoption, le travail, la taille du ménage, l'âge et le statut de la richesse de la maison. Sont aussi importants la situation géographique de la ferme, le genre de ménage, l'occupation principale, le sol et la formation des technologies de l'eau, le régime foncier et le capital social. Pour les quelques cours à adopter, il y a eu une augmentation de la demande de main-d'œuvre, mais la productivité globale a été plus élevée, résultant en partie de l'augmentation de la productivité des cultures en raison de l'amélioration de la fertilité des sols et de la modification de la structure du sol. Il est donc conclu que, dans la région de la forêt de Mabira, les technologies BGBD seront adoptées par les ménages agricoles avec suffisamment de terres, de main-d'œuvre et le capital social.

Introduction

Evidence of land degradation in Uganda is widespread (12), partly because of limited use of fallow, low use of inorganic or organic sources of soil nutrients, poor fertility management practices and remarkable failures in the adoption of soil and water conservation (SWC) technologies (12). Fertilizer prices have risen sharply in Uganda, and hence, farmers are only able to purchase very little fertilizer, if any at all. Recently, a global project funded by the Global Environmental Facility (GEF), the Conservation and Sustainable Management of Belowground Biodiversity (CSM-BGBD) has come up

with sustainable strategies to address this anomaly. In Uganda, the project is working with farmers and other stakeholders, to identify technologies that enhance and conserve BGBD but simultaneously maintain sustainable agricultural productivity.

The Project is focusing on nutrient acquisition by legumemodulating bacteria and Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF), soil structure modification, particularly using earthworms and organic matter enrichment, legume nodule bacteria for improved nitrogen

¹CSM-BGBD Makerere University, P.O. Box 22474, Kampala, Uganda. brianisabirye@yahoo.com

²National Agricultural Research Laboratories, NARL, P.O. Box 7068, Kampala, Uganda isabiryemoses@yahoo.com

³Dept. of Zoology, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda. aakol@sci.mak.ac.ug

Correspondence: B.E. Isabirye, CSM-BGBD Makerere University, P.O. Box 22474, Kampala, Uganda.

Phone: 256-41-54099; Mobile: 256-772-352739. brianisabirye@yahoo.com

Received on 03.08.09 and accepted for publication on 11.01.10.

uptake, biological control of termites and other SWC technologies. These technologies enhance agricultural productivity, pest resistance, conservation of nutrients and soil life. They use biodiversity to enhance agro ecosystem function, allowing farms to develop their own soil fertility, plant health and sustained yields. The AMF technology involved the use of the fungus as a nutrient trap to improve banana standing crop, while the soil structure modification demonstrated the use of earthworm inoculation, maize stover and mucuna cover crop to improve the soil structure and crop productivity. The legume nodule bacteria was inoculated as a biofertilizer onto the planting seeds to stimulate nodulation, while *Metarhizium* fungus was applied as biocide in the control of termites in the maize crop.

As BGBD-Uganda works with farmers to develop and diffuse these technologies, several farmers volunteered to participate in on-farm farmer managed trials. Because of the limited resources of individual farmers and due to the fact that the community is very group-oriented in many aspects, we used group approach to participatory research and extension (5, 16). We helped farmer groups to develop group actions for the demonstrations, set objectives, plan activities and provide information for decision-making. It was envisaged that using this participatory approach, technology adoption could be enhanced as observed elsewhere (5). However, a decision to adopt a technology is a complex process during which a farmer looks at several issues that benefit him against the losses (costs) and risks associated with the technology (9). Since the inception of the CSM-BGBD technologies, little information was available on their performance, diffusion and integration in the area.

Several hypotheses have been put forward to explain the process and driving forces for the adoption of soil and water conservation practices, yet there is lack of accurate information on the determinants of these investments. One element that is hypothesized to have a bearing on soil conservation adoption is social capital (6), which is generally interpreted as a degree of trust, cooperative norms, and networks

and association within a society. The generation of social capital is hypothesized to enhance collective efforts for natural conservation (14, 15). However, it is not immediately obvious that investment in soil conservation requires, or is enhanced by, investment in social capital at the community level (6).

Therefore, the aim of this study was to test the applicability of the group approach as a tool to enhance the adoption of conservation practices suited to the needs of farming communities in Mabira landscape. The study objective was to assess and isolate the factors that influence the process of technology uptake by farmers. Since the CSM-BGBD project promotes simple conservation practices in Central Uganda by supporting communities, thus augmenting social capital, the study also intended to provide a better understanding of the role of social capital in the adoption/practice of CSM-BGBD technologies.

Materials and methods

1. Study area

Mabira Forest Reserve (29,974 ha) is the largest block of moist semi-deciduous forest remaining in the central region of Uganda (3). It is partly located in the northern Lake Victoria shoreline that is shared by Kenya, Uganda and Tanzania, and is also drained by streams that flow into river Nile; making Mabira an important ecosystem providing hydrological and biodiversity services in the Nile and Lake Victoria basin (Figure 1). Biodiversity of Mabira ecosystem is categorized as a globally-threatened Guinea-Congo forests biome species.

The increasing population pressure (235 people per km²) in the 27 enclaves and vicinity exerts a high pressure on the land, firewood, building poles and non-timber forest products. Annual timber production, which began in 1900s, is registered at about 4,284 m³ over the period 1994–96.

The forest is largely accessible because of the presence of village enclaves and access roads leading to them. Potentially, it is economically very important to the communities around, and for the two nearest towns

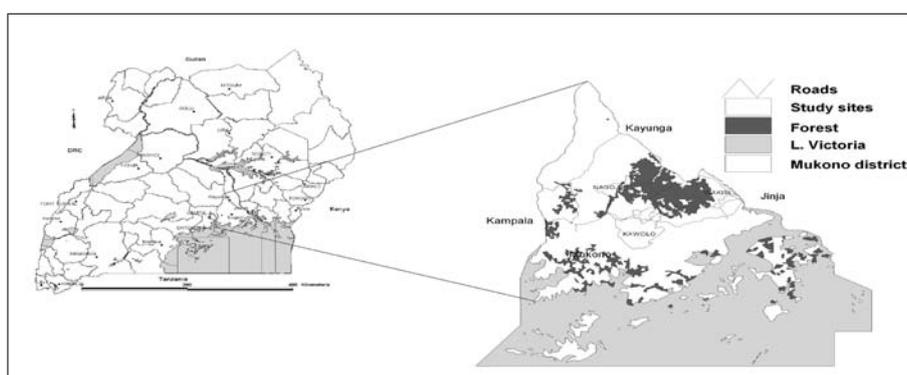


Figure1: Map of Uganda showing the location of Mabira forest and the study site.

namely Jinja and Kampala. Agriculture is the main economic activity in the area, with cassava, sweet potatoes, maize, millet, groundnuts, peas, soya beans, bananas, simsim, and yams being the main food crops grown. The cash crops include; cotton, coffee, sugarcane and tea. Fruits and vegetables are also widely grown in the area: tomatoes, onions, pineapples, vanilla, passion fruits and cabbage being the commonest.

2. Survey

The survey was carried out between April and August 2008 in the four Villages: Bulyantete, Kyambogo, Natiolo and Nagoje, where the CSM-BGBD trials were being carried out. All farmers participating in the trials were purposely selected and interviewed in order to assess the extent to which they had integrated the developed technologies into their farms. Thirty eight farmers practicing CSM-BGBD technologies were purposely selected and compared with 46 non-participating farmers randomly selected from a sample frame of all households in the study area. The sample frame was developed for each village with the help of village elders and frontline extension agents of the Ministry Agriculture, Animal Industry and Fisheries (MAAIF). A household was targeted as the basic unit of information and data for the survey. The data were collected by enumerators using a structured questionnaire. Among the data types sought were the farm and farmer characteristics such as farm size, key enterprises, and age, sex, and composition of household members.

The study explored three interrelated questions related to SWC technologies: (a) what were the unique attributes of the CSM-BGBD and other SWC technologies adopters (b) what were the factors influencing individual social capital? (c) How did household attributes and social capital affect adoption of the CSM-BGBD and other SWC technologies? These included households already adopting CSM-BGBD SWC technologies on at least part of their farms, and other community members participating but not yet practicing the technologies on their farm. A one-hour questionnaire was administered to each household from the stratified random sample of 84 households drawn from communities around Mabira forest reserve.

Following Cramb (6), social capital was measured by the number of groups to which the household head belonged. This number varied from 1 to 5 and included a range of agricultural, forestry, conservation, indigenous, cooperative, and other community groups. Those who belonged to 1-2 groups were classified as low social capital, while those who belonged to more than two groups as high social capital members.

Descriptive statistics (frequency counts, percentages and means) combined with student t-test and Chi-square test was used to test for the significance of the difference or associations in the adoption of the soil conservation technologies, respectively. It was also assumed that both participating and non-participating farmers could adopt all or some components of the technologies and incorporate them into their farming systems.

Results and discussion

1. Segregating Adopters and Non-adopter farmers

Characteristics of farmers and farm resources are important in technology development and transfer. These variables are used to characterize farming systems into target groups in the process of disseminating technologies. Some of the characteristics used included sex, age, family size, access and control of resources, employment, and amount of resources at the disposal of farmers (Table 1a). In this study, the most significant qualitative characteristics that distinguished adopters from non-adopters were training in soil and water conservation technologies ($P \leq 0.000$), land ownership ($P \leq 0.000$), quality of housing material or perceived wealth status ($P \leq 0.01$), household location ($P \leq 0.02$), other occupations ($P \leq 0.04$) and gender of household head ($P \leq 0.043$).

Sixty-seven percent of the adopter had received previous training in soil and water conservation technologies, against 33% non adopters. The majority of the adopters (85%) either owned or hired their land for agriculture, as compared to 87.5% of the non adopters who hired their agricultural land. The majority of the households adopting the technology (63.2%) was perceived to be wealthy members of society residing in bricks houses, with iron roofs and cemented floors as compared to the 36.8% non adopters. Differences in the household's access to land and labor resources, financial and commodity markets, significantly influence cultivated land size, kind of crops planted, and farm income (4). Most of the non adopters (83.3%) were peri-urban dwellers as compared to the 16.7% technology adopters. Likewise the, most non adopters (71.4%) had other forms of employment in addition to farming, as compared to the adopters (26.6%). Gender of the household head was a significant segregate of the adoption potential: 63% percent of the male headed houses were non adopters, while 60% of the female headed households were adopters. Gender of the household head plays an important role in the productivity of smallholder farming systems. Demographic attributes of education level, occupation, ownership of livestock were not statistically distinct between the two groups.

The most significant quantitative characteristics that distinguished adopters from non-adopters were age of household head (HHH), number of rooms in a house, household size, adult females, children (7-17), and availability of labor and farm size (Table 1b). Older

household heads were more inclined to adoption of the CSM-BGBD than young heads ($P \leq 0.0001$). This implies that as the farmer gets older he/she tends to intensify adoption of innovation in his/her farm. We simply attribute this to experience of the farmer in

Table 1 a

Qualitative household characteristics for the Non-Adopter and Adopter Farm Households for the CSM-BGBD technologies (N= 84)

Parameter	Non-Adopters (%)	Adopters (%)	Significance (X^2 , $p \leq 0.05$)
<i>Location</i>			0.02
Urban	0.0	100.0	
Peri-Urban	83.3	16.7	
Rural	42.9	57.1	
<i>Gender</i>			0.043
Male HHH	63.0	37.0	
Female HHH	40.0	60.0	
<i>Marital Status</i>			0.251
Married	53.6	46.4	
Single	71.4	28.6	
Divorced	100.0	0.0	
Widowed	40.0	60.0	
<i>Education</i>			0.134
No formal Education	42.0	57.1	
Primary Education	63.6	36.4	
Secondary Education	54.5	45.5	
High School Certificate	0.0	100.0	
Diploma/ Degree	0.0	100.0	
<i>Housing Material (Wall)</i>			0.01
Mud and Wattle	76.2	23.8	
Cement	0.0	100.0	
Straws	0.0	100.0	
Bricks	36.8	63.2	
<i>Housing Material (Roof)</i>			0.02
Iron Sheets	48.6	51.4	
Straws	100.0	0.0	
<i>Housing Material (Floor)</i>			0.015
Mud and Wattle	58.3	41.7	
Cow dung	100.0	0.0	
Cement	36.4	63.6	
Tiles	0.0	100.0	
<i>Spouse Residence</i>			0.51
With in the Village	51.9	48.1	
Other Village	33.3	66.4	
Town/ City	50.0	50.0	
<i>Occupation</i>			0.04
Farming	54.5	45.5	
Teacher	0.0	100.0	
Others	71.4	26.6	
<i>External Exposure</i>			0.17
None	69.2	30.8	
In another village in the District	50.0	50.0	
Village Outside District	57.1	42.9	
City	33.3	66.7	
<i>Training in Soil and Water Conservation</i>			0.00001
Yes	33.3	66.7	
No	85.7	14.3	
<i>Land Tenure System</i>			0.00001
Hired	87.5	12.5	
Owned	0.0	100.0	
<i>Livestock on-farm</i>			0.071
No	75.0	25.0	
Yes	50.0	50.0	

Table 1 b
Quantitative household characteristics for the Non-Adopter and Adopter Farm Households for the CSM-BGBD technologies (N= 84)

Parameter	Non-Adopters (Mean ± SE)	Adopters (Mean ± SE)	Overall (Mean ± SE)	Significance Level (t-test, $p \leq 0.05$)
Age of HHH (Years)	34.4 ± 1.9	46.2 ± 2.0	39.6 ± 1.5	0.0001
Age of Spouse (Years)	38.1 ± 4.7	50.6 ± 4.2	44.1 ± 3.2	0.52
Rooms in House (Counts)	1.9 ± 0.1	3.2 ± 0.2	2.5 ± 0.1	0.0001
HH Size (Counts)	5.0 ± 0.3	8.1 ± 0.6	6.4 ± 0.4	0.0001
Adults (60+ yrs) (Counts)	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.118
Females (18-59 yrs) (Counts)	1.0 ± 0.1	1.9 ± 0.2	1.4 ± 0.1	0.0001
Males (18-59 yrs) (Counts)	1.0 ± 0.1	1.4 ± 0.2	1.2 ± 0.1	0.058
Children (7-17 yrs) (Counts)	1.5 ± 0.2	3.4 ± 0.4	2.4 ± 0.3	0.0001
Children (Below 6 yrs) (Counts)	1.8 ± 0.2	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	0.646
HH Labor (Active members)	3.2 ± 0.2	6.4 ± 0.5	4.7 ± 0.3	0.0001
Farm Size (Acres)	1.35 ± 0.18	2.04 ± 0.26	1.63 ± 0.15	0.026

farming activities which other studies have found to be important in adoption of technology (13). The mean number of rooms in the house (proxy for wealth) was significantly ($P \leq 0.0001$) higher (3.2 ± 0.2) as compared to the non-adopters (1.9 ± 0.1). The household size, females in the house, children above 7 years, availability of household labor and farm size were significantly higher for adopters' households than non-adopter households: ($P \leq 0.0001$), ($P \leq 0.0001$), ($P \leq 0.0001$) ($P \leq 0.0001$) and ($P \leq 0.026$) respectively.

This study showed that where sufficient land was available, adoption of improved technologies occurred. Farmers with access to land and a productive labor force are going to adopt improved technologies. Other studies (8) have also indicated that ownership of land acts as an incentive for making investments in infrastructure on land and other soil conservation practices because there is no direct risk of loss of one's investments. With more labour smallholder households are able to plant more land to improve with the CSM-BGBD technologies. All adopters understandably reported increased labour requirements for establishment of the conservation technologies. However, age of spouse, adults above 60 years, adult males, and children below 6 years was not significantly different among the two categories.

2. Role of Social Capital in technology adoption

The most prominent SWC technologies practiced by farmers in the area are CSM-BGBD, early ploughing, cover crops, animal manure, crop residues, erosion control, fallowing, agroforestry and crop rotation. Adoption of these technologies was evaluated in view of the social capital (Table 2). In general, social capital (SC) significantly ($P \leq 0.0001$) influenced the adoption of soil and water conservation (SWC) technologies. There was a significant difference ($P \leq 0.000$) between the low and high social capital in practicing BGBD

technologies. Among the respondents that were not practicing CSM-BGBD technologies, the majority (78.3%) were under low social capital, against the 21.7% under high social capital category. On the contrary, among the respondents that were practicing CSM-BGBD technologies, the majority (84.2%) were under high social capital, against the 15.8% under low social capital category. Early ploughing, application of manure, incorporation of crop residues, soil erosion control and land fallowing were significantly more frequently practiced by farmers belonging to the high social capital category as compared to those of the low social capital category (Table 2). Cover crop planting, agroforestry and crop rotation were not significantly different among the two categories of social capital.

Social capital facilitates social participation and has a positive relationship with the use of conservation practices, as reported before (1, 10). Among these groups where social capital is present, the farmers acquire informal farming education, which catalyses the process of information flow and leads the farmer to different pathways of getting information about a technology. The more information pathways the farmer has, the more the farmer intensifies adoption of soil and water conservation technology. Undeniably, studies of innovation, adoption and diffusion have long acknowledged information as a key variable, and its availability is typically found to correlate with adoption (7). Information becomes particularly essential as the level of intricacy of the conservation technology increases (13). However, contact alone will not promote adoption if information dissemination is ineffective, inaccurate or inappropriate (2). Although this study did not attempt to determine income levels for the households, it is highly probable that high social capital households had more disposable incomes that would allow them to make such investments. This is evidenced by their better quality of housing and

Table 2
Frequency of adoption of SWC technologies by the households as a function of social capital (SC) (N= 84)

Variables	Low SC (%)	High SC (%)	Significance (X^2 , $p \leq 0.05$)
Practicing BGBD			0.000
No	78.3	21.7	
Yes	15.8	84.2	
Early Ploughing			0.001
Never	56.0	44.0	
Occasionally	50.0	50.0	
Regularly	23.1	76.9	
Cover Crops			0.052
Never	55.2	44.8	
Occasionally	50.0	50.0	
Regularly	16.7	83.3	
Apply Animal Manure			0.001
Never	59.4	40.6	
Occasionally	12.5	87.5	
Incorporate Crop Residues			0.020
Never	60.0	40.0	
Occasionally	55.6	44.4	
Regularly	25.0	75.0	
Soil Erosion Control			0.004
Never	68.4	31.6	
Occasionally	27.3	72.7	
Regularly	36.4	63.6	
Land Fallowing			0.048
Never	66.7	33.3	
Occasionally	38.9	61.1	
Regularly	37.5	62.5	
Agro forestry			0.067
Never	60.0	40.0	
Occasionally	30.8	69.2	
Regularly	50.0	50.0	
Crop Rotation			0.254
Never	66.7	33.3	
Occasionally	55.6	44.4	
Regularly	42.3	57.7	

engagement in other forms of employment.

The relationship between social capital and soil conservation is not a straightforward matter of investing in the rapid formation of self-sufficient community groups in order to accelerate adoption of soil conservation practices on farms (6). This could explain why cover crop planting, agroforestry and crop rotation were not significantly different among the two categories of social capital. Nevertheless, social capital has clearly contributed to changing farming practices in many studies (*ibid*). For instance, (6) showed that although membership in a local landcare group in the Philippines was not a major factor in technology adoption, the landcare approach as a whole (information sessions, training, cross-farm visits, follow-up by facilitators, farmer-to-farmer information exchange) created a valuable stock of

bridging social capital, with significant benefits for long-term natural resource management.

Conclusions

This study has revealed that the most significant characteristics that distinguished SWC technologies adopters from non-adopters were training in soil and water conservation technologies, land ownership, quality of housing material or perceived wealth status, household location, other off-farm employments, gender of household head, age of household head, number of rooms in a house, availability of labor, farm size and social capital. This suggests that CSM-BGBD management strategies should consider uplifting these household attributes and strengthening social capital, where people create interconnectedness among themselves, to create multiple pathways

for technology information flow to be able to reach a cross-section of primary stakeholders in the area. As quite a few other studies have indicated that the rate of adoption of SWC technologies is still low (12), consideration of these factors in the scaling out of the SWC is predicted to improve their adoption and thus intensify conservation of belowground biodiversity in Mabira forest reserve.

Acknowledgement

This study is one of the several of the Global project, "Conservation and Sustainable Management of Belowground Biodiversity" coordinated by the Tropical Soil Biology Facility of CIAT with co-financing from the Global Environment Facility (GEF).

Literature

1. Abd-Ella M.M., Hoiberg E.O. & Warren R.D., 1981, Adoption behavior in family farm systems: an Iowa study. *Journal of Rural Sociology*, 46, 42-61.
2. Agbamu J.U., 1995, Analysis of farmers' characteristics in relation to adoption of soil management practices in the Ikorodu area of Nigeria. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 39, 4, 213-222.
3. Carswell M., 1986, Birds of the Kampala area. *Scopus special supplement Number 2 Nairobi: Ornithological sub-committee, EANHS*.
4. Chambers R., Pacey A. & Trupp L.A., 1989, *Farmers first: farmer innovation and agricultural research*. Intermediate Technical Publ. London. A Parsimonious Paradigm, IDS Discussion - Paper N°. 220 IDS. Brighton UK.
5. Chambers R., 1993, *Rural development. putting the last first*. Longman Press 168 p.
6. Cramb R.A., 2004, Social Capital and Soil Conservation. Evidence from Philippines. Contributed Paper 48th Annual Conference Australian Agricultural & Resource Economics Society Melbourne, 10-13 February 2004.
7. de Herrera A.P. & Sain G., 1999, Adoption of maize conservation tillage in Azuero, Panama. *Economics. Working Paper 99-01*. CIMMYT.
8. FAO, 1986, Tropical forest resources. FAO forestry paper 30. Rome.
9. Feder G. & Slade R., 1984, The acquisition of information and the adoption of new technology. *American Journal of Agricultural Economics*. Pp. 312-320.
10. Korsching P.F., Stofferahn C., Nowak P. & Wagener D., 1981, A comparison of adopters of conservation practices with traditional innovation adopter categories. Paper presented at the Annual Meeting of the Rural Sociological Society, Guelph, Ontario, Canada.
11. Langdale B.I., Osmaston H.A. & Wilson J.G., 1964, *The vegetation of Uganda and its bearing on land use*. Uganda Government printer, Entebbe.
12. Nkonya E., Kaizzi C. & Pender J., 2004, Determinants of nutrient balances in a maize farming system in eastern Uganda. *Agricultural Systems*, Volume 85, issue 2.
13. Nowak J., 1987, The adoption of agricultural conservation technologies: economics and diffusion explanations. *Rural Sociology*, 52, 208-220.
14. Pretty J. 2003, Social capital and the collective management of resources. *Science*, volume 302, pp. 1912-1914.
15. Pretty J. & Ward H., 2001, Social capital and the environment, *World Development* volume 29, pp. 209-227.
16. Thomas D.B. (eds), 1997, *Soil and water conservation manual for Kenya*. Soil and Water Conservation Branch. Ministry of Agriculture, Livestock Development and Marketing. 210 p.

B.E. Isabirye, Ugandan, Master of Science in Environment and Natural Resources, Environment & Natural Resource Scientist, National Agricultural Research Laboratories, NARL, P.O. Box 7068, Kampala, Uganda.

M. Isabirye, Ugandan, PhD, Research Office, CSM-BGBD Makerere University, P.O. Box 22474, Kampala, Uganda.

Anne M. Akol, Ugandan, PhD in Agricultural Entomology, Senior Lecturer in the Department of Zoology, Makerere University, P.O. Box 7062, Kampala, Uganda.

Etude de la fécondité du silure Africain *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840) en conditions d'élevage

Y.L. Alla^{1*}, M. Ouattara², M.C. Blé¹ & B.C. Atse¹

Keywords: *Heterobranchus bidorsalis*- Artificial reproduction- Fecundity- oocytes- Hatching- Larvae- Ivory Coast

Résumé

Au cours de la reproduction artificielle du silure Africain *Heterobranchus bidorsalis*, la fécondité des femelles, les caractéristiques des ovocytes et des larves à l'éclosion ont été évaluées. La moyenne de la fécondité absolue est de 140.440 ± 82.168 ovocytes alors que celle de la fécondité relative est de $47,30 \pm 17,94$ ovocytes par g de poids corporel. Le traitement hormonal des femelles a entraîné une augmentation du poids des ovocytes et de leur diamètre moyen. Il existe une corrélation significative ($r= 0,93$) entre les taux de fécondation et d'éclosion qui sont relativement faibles. La taille, le poids moyen des larves et leur diamètre moyen vitellin sont respectivement de $4,37 \pm 0,20$ mm; $1,42 \pm 0,13$ mg et $1,95 \pm 0,14$ mm.

Summary

Artificial Reproduction and Fecundity of the African Catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840)

Through the artificial reproduction of *Heterobranchus bidorsalis*, fecundity of females, characteristics of oocytes and larvae after hatching were determined. Mean absolute and relative fecundity were respectively $140,440 \pm 82,168$ oocytes and 47.30 ± 17.94 oocytes per g of body weight. Hormonal injection to females increased weight and diameter of oocytes. Fertilization and hatching rates were significantly correlated ($r= 0.93$) but were relatively weak. The mean value of larval length, weight and their yolk sac diameter were respectively 4.37 ± 0.20 mm; 1.42 ± 0.13 mg and 1.95 ± 0.14 mm.

Introduction

L'objectif principal de la reproduction demeure le transfert de l'information contenue dans le génome des parents à celui des générations futures (12). Chez le poisson en particulier, la reproduction a lieu pour la plupart dans le milieu externe où œufs et spermatozoïdes sont déversés. La maîtrise des stratégies de reproduction est une phase essentielle dans l'élevage du poisson. Cette pratique prend de plus en plus d'importance dans le monde entier pour plusieurs raisons. Il y a d'abord le déficit naturel en ressources halieutiques de certaines zones du globe; ensuite, l'épuisement des stocks naturels de poissons dans le monde face à l'armada d'engins de pêche aux extraordinaires capacités de prélèvement; enfin, la demande accrue et les prix élevés du poisson qui stimulent l'augmentation de l'effort de pêche. Face à ces périls, plusieurs gouvernements proposent des stratégies pour accroître et renforcer la contribution de la pisciculture dans l'approvisionnement en protéines halieutiques de leurs populations. Ainsi, en Côte d'Ivoire, les études menées au Centre de Recherches Océanologiques (CRO) d'Abidjan ont permis de mettre au point une technique de reproduction artificielle de certaines espèces de poissons dont le Clariidae *Heterobranchus longifilis* réputé excellent

candidat pour l'aquaculture du fait de ses nombreuses caractéristiques biologiques et écologiques (7). Cette technique qui est à présent bien maîtrisée a conduit également à la maîtrise des différentes phases du cycle de production de cette espèce (6, 8, 14).

Depuis quelques années, dans le souci de diversifier la production aquacole des siluriformes, l'espèce allochtone *H. bidorsalis* a été introduite en Côte d'Ivoire du fait de sa proximité morphologique et éthologique avec *H. longifilis*. L'objectif visé dans ce travail est d'évaluer le succès reproducteur de *H. bidorsalis* à travers les potentialités reproductrices des femelles à des fins d'utilisation de l'espèce en Côte d'Ivoire.

Matériel et méthodes

Ce travail a été réalisé au Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan. Quarante poissons (30 femelles et 10 mâles) de 18 à 24 mois ont été utilisés. Après la pêche, ils ont été individuellement mesurés au mm près avec un ichtyomètre, puis pesés au g près avec une balance Sartorius. Après dissection, les gonades mâles ont été prélevées, nettoyées et pesées au mg près à l'aide d'une balance Mettler. Trente ovocytes ont été prélevés sur chaque femelle, pesés

^{1*}Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V 18, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Correspondance: Tél : (225) 21 35 58 80; Fax: (225) 21 35 11 55;

Cel.: (225) 07 88 75 84; E-mail: laurentalla@yahoo.fr

²Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique à l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

Reçu le 23.01.09 et accepté pour publication le 22.01.10.

(avec une balance de précision au mg près) et mesurés individuellement à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un micromètre. Le diamètre moyen ovocytaire a été déterminé en mm (valeur lue x Objectif/Grossissement). Les femelles retenues sont celles dont le diamètre ovocytaire est supérieur ou égal à 1,5 mm (6, 7). Après l'induction hormonale (injection unique de HCG à 1,5 UI/g de poids corporel) des femelles et la collecte des ovocytes par massage abdominal, 30 ovocytes ont été encore prélevés pour la détermination des fécondités absolue (Poids total des ovocytes collectés/Poids moyen d'un ovocyte) et relative (Fécondité absolue/Poids total de l'individu en g). Pour établir les relations longueur-fécondité et poids-fécondité sous forme régression linéaire, les données arithmétiques ont été transformées en logarithme base 10. Le temps qui sépare l'injection d'hormone et la collecte des ovocytes (temps de latence) est fonction de la température (Tableau 1) (6, 14). L'insémination et la fécondation artificielle se font par mélange des ovocytes et du sperme puis activation des spermatozoïdes avec de

l'eau. L'incubation consiste à étaler les œufs fécondés sur des tamis disposés dans des bacs contenant de l'eau. Peu avant l'éclosion, 500 œufs ont été prélevés puis observés au microscope photonique après éclaircissement dans du liquide de stockard (11). Ce liquide détruit la membrane des ovocytes non fécondés et permet de les distinguer de ceux qui ont été fécondés. On détermine les taux de fécondation (Nombre d'œufs fécondés x 100/Nombre d'œufs prélevés) et d'éclosion (Nombre de larves x 100/Nombre total d'œufs incubés) de chaque femelle, les proportions de larves normales et déformées par observation directe et comptage sur une table lumineuse.

Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour comparer les ovocytes avant et après traitement hormonal des femelles. Des analyses de corrélation ont été réalisées entre les variables des femelles, des ovocytes et des larves. Des coefficients de variation ont été déterminés pour tester l'homogénéité des ovocytes et des larves à l'éclosion. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATISTICA 7.1.

Tableau 1

Variations du temps de latence en fonction de la température de l'eau dans les bacs, après induction hormonale de la maturation ovocytaire et de l'ovulation chez *Heterobranchus longifilis* (6, 14).

Variation de la température (°C) après l'injection hormonale	Température moyenne (°C)	Temps de latence (Heures)
23 - 25	24	19,5
24 - 26	25	18
25 - 28	26	16,5
27 - 29	27	15
28 - 30	28	13,5
29 - 31	30	11
30 - 32	31	10

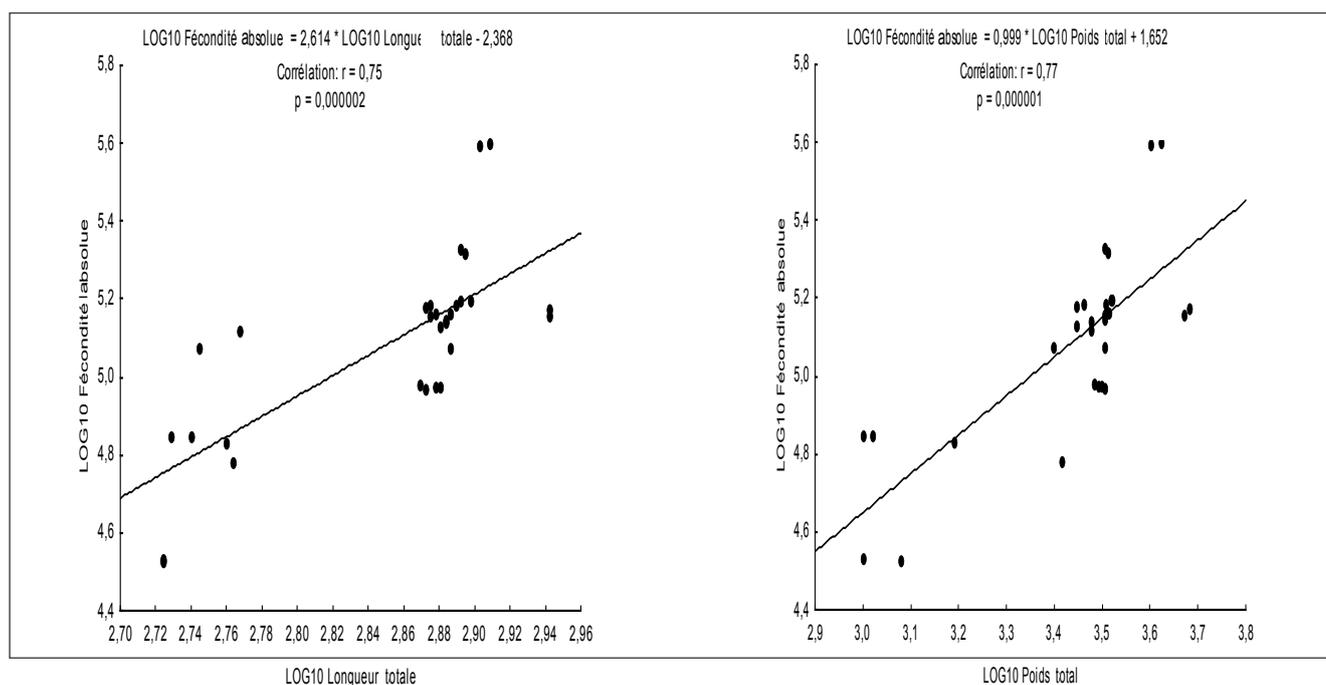


Figure 1: Relation logarithmique entre la fécondité absolue et la longueur totale (a) et entre ce même paramètre et le poids total (b) des femelles chez *Heterobranchus bidorsalis*.

Résultats

Fécondité absolue et fécondité relative

La fécondité absolue varie de 33.987 à 400.562 ovocytes avec une valeur moyenne de 140.440 ± 82.168 ovocytes pour une longueur totale moyenne de $178 \pm 105,26$ mm et un poids moyen de $2.933,33 \pm 960,41$ g. La fécondité relative est comprise entre 28,18 et 98,05 ovocytes par g de poids corporel, la moyenne étant de $47,3 \pm 17,9$ ovocytes/g. La longueur, le poids total et la fécondité (absolue et relative) de chaque femelle sont consignées dans le tableau 2.

Les relations entre ces différents paramètres pris deux à deux, montrent une corrélation significative positive entre la longueur totale et la fécondité absolue d'une part ($r= 0,75$; $p= 0,000002$) (Figure 1a) et d'autre part entre ce même paramètre et le poids total ($r= 0,77$; $p= 0,000001$) (Figure 1b).

Caractéristiques des ovocytes

Les valeurs relatives au poids et au diamètre moyen des ovocytes avant et après le traitement hormonal

Tableau 2
Longueur totale, poids, fécondité absolue et fécondité relative des femelles de *Heterobranchus bidorsalis*

Paramètre	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum	Nombre
Longueur totale (mm)	718	105,26	875	530	
Poids total (g)	2 933,33	960,41	4 800	1 000	30
Fécondité absolue (ovo.)	140 440	82 182	400 562	28 987	
Fécondité relative (ovo./g)	48	18	96	28	

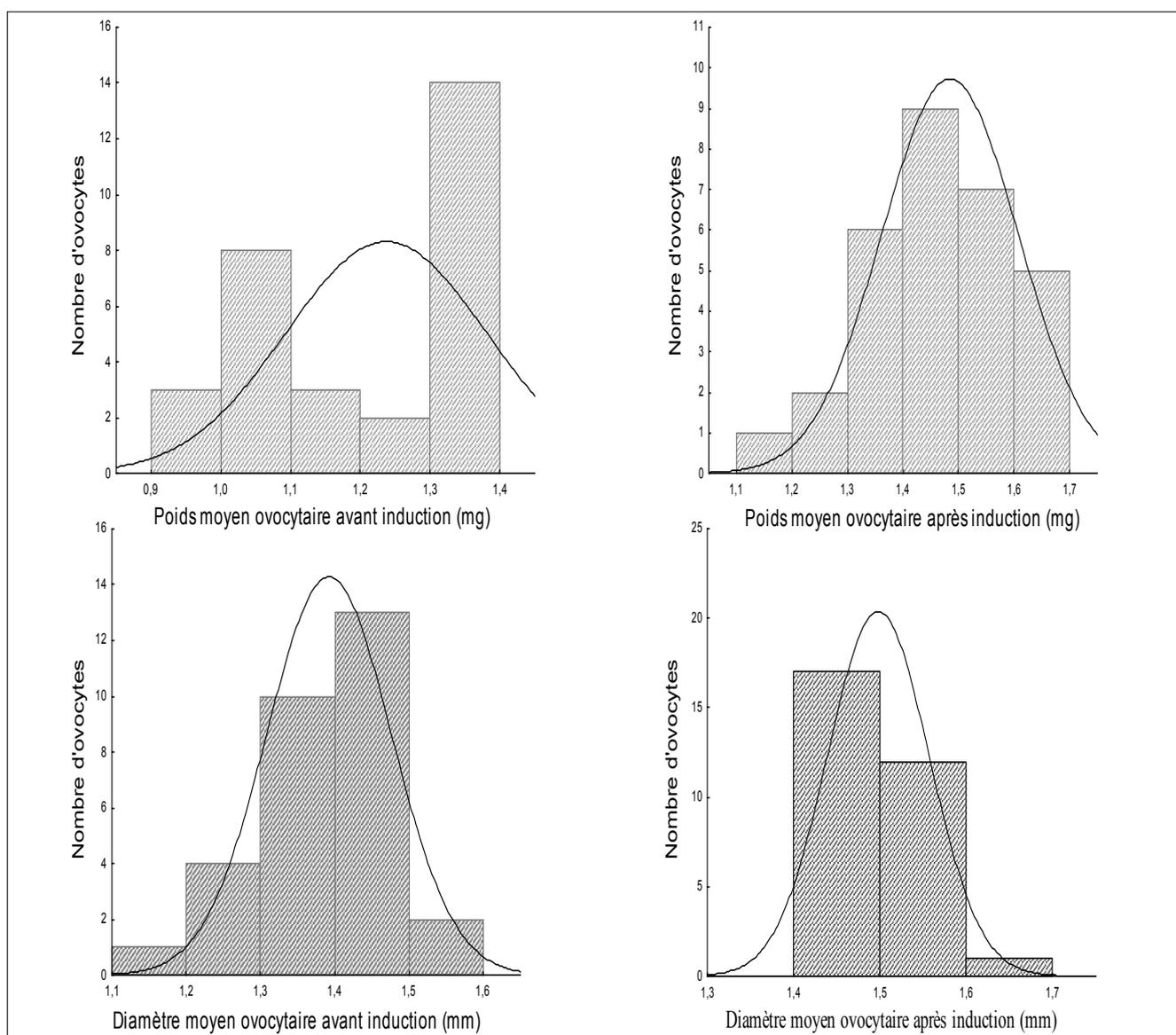


Figure 2: Diagramme de fréquence du poids (a et b) et du diamètre (c et d) des ovocytes avant (a et c) et après (b et d) traitement hormonal des femelles de *Heterobranchus bidorsalis*.

des femelles sont consignées dans le tableau 2. Avant l'induction de la maturation ovocytaire, le poids moyen des ovocytes est compris entre $1,00 \pm 0,20$ et $1,40 \pm 0,16$ mg avec une moyenne de $1,24 \pm 0,14$ mg. Le diamètre ovocytaire, varie de $1,20 \pm 0,08$ à $1,54 \pm 0,15$ mm; la moyenne étant de $1,39 \pm 0,08$ mm. Après le traitement hormonal (HCG à 1,5 UI/g de poids corporel) des femelles, ces valeurs se situent entre $1,20 \pm 0,19$ et $1,64 \pm 0,19$ mg; $1,41 \pm 0,13$ et $1,68 \pm 0,14$ mm respectivement pour le poids des ovocytes et pour leur diamètre. Les valeurs moyennes de ces deux paramètres sont respectivement de $1,48 \pm 0,13$ mg et de $1,50 \pm 0,07$ mm. Il apparaît une différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs moyennes du poids et du diamètre ovocytaires avant et après l'induction hormonale des femelles. Ces moyennes sont en effet plus élevées après l'injection. Avant l'induction hormonale, la distribution des fréquences du poids moyen des ovocytes oscille entre 0,9 et 1,4 mg avec le plus grand nombre compris entre 1,3 et 1,4 mg. Après l'opération, le poids moyen de tous les ovocytes varie de 1,1 à 1,7 mg (Figures 2a et b). La majorité des ovocytes présente un poids moyen se situant entre 1,4 et 1,5 mg. Le diamètre moyen ovocytaire (Figures 2c et d) mesure entre 1,1 et 1,6 mm et entre 1,4 et 1,7 mm respectivement avant et après l'induction. Dans les deux cas, le plus grand nombre d'ovocytes présente un diamètre compris entre 1,4 et 1,5 mm. Les coefficients de variation des deux paramètres sont compris entre 2 et 30%. Après la fécondation artificielle, les premières éclosions ont été observées 21 à 22 heures à 26 °C. Le taux de fécondation est compris entre 20 et 97% et la moyenne est de $51 \pm 27,40\%$; le taux d'éclosion se situe entre 2,47 et 69,06% avec une moyenne de $35,45 \pm 18,74\%$. Il existe une corrélation positive significative entre les deux paramètres ($r = 0,93$; $p < 0,05$).

Caractéristiques des larves à l'éclosion

Le poids et la longueur totale des larves à l'éclosion sont respectivement compris entre 1,13 et 1,69 mg et entre 3,80 et 4,88 mm. Les moyennes de ces deux paramètres dans le même ordre sont de $1,42 \pm 0,13$ mg et $4,37 \pm 0,20$ mm. Le diamètre de la vésicule

vitelline des larves varie de 1,64 à 2,19 mm avec une moyenne de $1,95 \pm 0,14$ mm. Le taux moyen de larves normales est de $68,84 \pm 25,46\%$, larves déformées représentant $31,16 \pm 16,92\%$ de l'effectif. Les coefficients de variation du poids et de la longueur totale des larves sont compris entre 4,58 et 9,15 %.

Paramètres physico-chimiques de l'eau

Les valeurs moyennes de la température, de l'oxygène dissous et du pH de l'eau dans les bacs de conditionnement des géniteurs et d'incubation des œufs sont respectivement de $27,2 \pm 0,4$ °C, de 5,8 mg/l et de 7,2.

Discussion

Les résultats obtenus relatifs à la taille, au poids et à la fécondité des femelles de *Heterobranchus bidorsalis* montrent que ces paramètres varient largement d'une femelle à l'autre tout au long de l'année. Une des explications viendrait de la différence de taille et de poids des femelles et donc probablement de leurs différences d'âges (18 à 24 mois). En effet, plus la taille et le poids et donc probablement l'âge des spécimens augmentent, plus ces paramètres augmentent.

Par ailleurs, la valeur de la fécondité relative obtenue (28,2 à 98,1 ovocytes/g) est supérieure à celle observée en milieu naturel par Fagbenro *et al.* (2) chez la même espèce dans la rivière Ogbese au Nigeria. Elle est également plus élevée que celle de l'espèce proche *H. longifilis* dans les mêmes conditions d'élevage, soit 28 et 68 ovocytes/g selon les résultats de Legendre (8). Pour Huisman et Richter (3), une fécondité élevée constitue une qualité essentielle pour une espèce donnée puisqu'elle permet d'assurer un approvisionnement régulier en alevins en élevage. De même, la corrélation significative entre la fécondité absolue et la longueur totale d'une part, et entre ce même paramètre et le poids total des femelles d'autre part sont des indications sérieuses dans le choix des géniteurs. Elles montrent en effet que la quantité d'ovocytes collectés par massage abdominal est proportionnelle à la taille et au poids des femelles dont l'âge varie de 18 à 24 mois.

Sous l'effet de l'hormone (HCG) le poids et le

Tableau 3
Caractéristiques des ovocytes et des larves à l'éclosion chez *Heterobranchus bidorsalis*

Paramètres	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Poids moyen des ovocytes avant induction (mg)	1,24	0,14	1,40	1,00
Poids moyen des ovocytes après induction (mg)	1,48	0,12	1,64	1,20
Diamètre moyen ovocytaire avant induction (mm)	1,39	0,13	1,54	1,20
Diamètre moyen ovocytaire après induction (mm)	1,50	0,07	1,68	1,41
Taux de fécondation	51,00	27,40	97,00	20,00
Taux d'éclosion	35,45	18,00	69,06	2,47
Longueur totale moyenne des larves (mm)	4,37	0,20	4,88	3,80
Poids moyen des larves (mg)	1,42	0,13	1,71	1,13
Diamètre moyen de la vésicule vitelline (mm)	1,95	0,14	2,19	1,64
Taux de larves normales	68,84	25,46	96,58	40,67
Taux de larves déformées	31,16	16,92	40,28	20,88

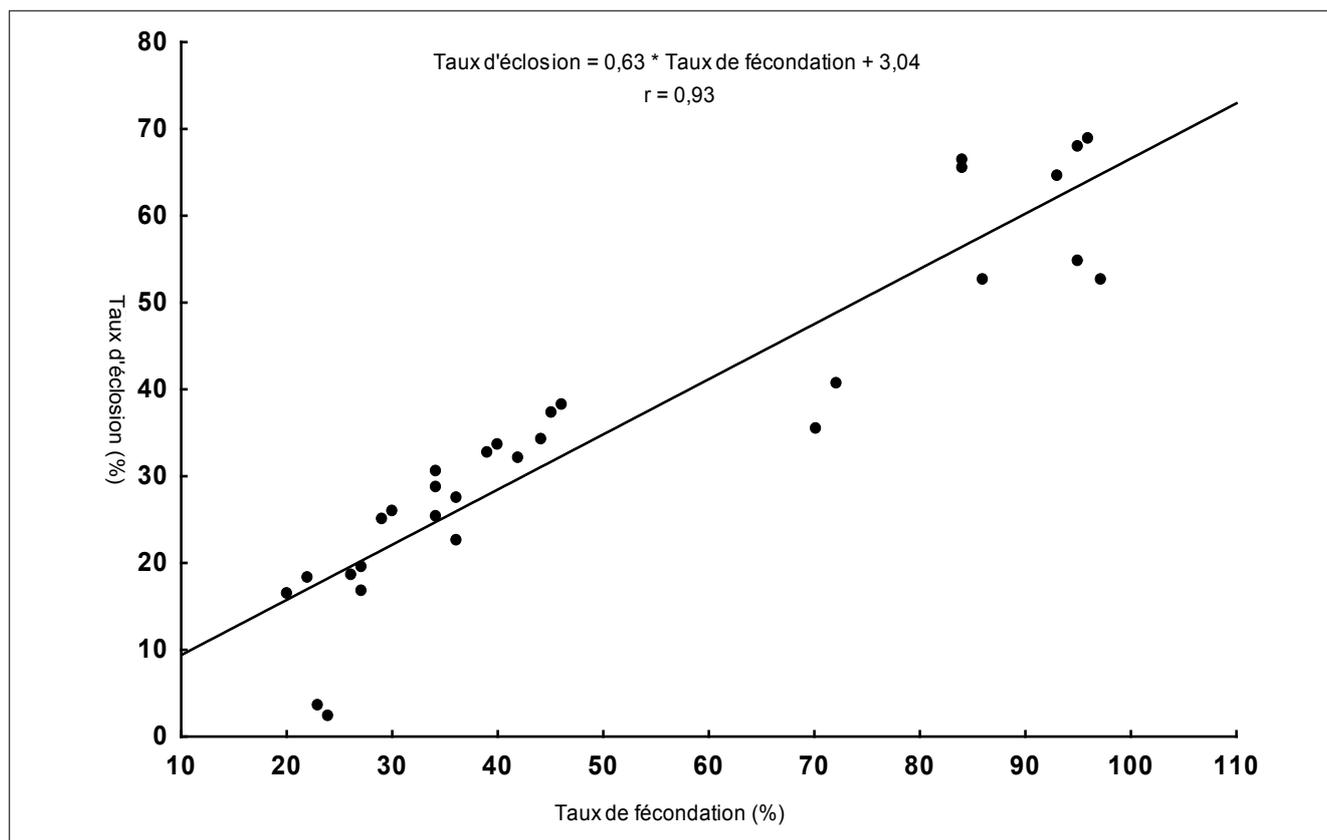


Figure 3: Relation entre les taux de fécondation et d'éclosion des ovocytes chez *Heterobranchus bidorsalis*.

diamètre moyens des ovocytes augmentent, passant respectivement de $1,24 \pm 0,08$ à $1,48 \pm 0,13$ mg et de $1,39 \pm 0,08$ à $1,50 \pm 0,07$ mm. Legendre *et al.* (10) ayant obtenu des résultats similaires, en ont déduit le caractère asynchrone de la croissance ovocytaire. Selon Jalabert (4), en absence de stimuli exogènes naturels en condition d'élevage, la décharge d'hormone gonadotrope (GtH) à l'origine des processus conduisant à la maturation des ovocytes puis à l'ovulation, ne se produit pas. Le traitement hormonal a donc pour but de stimuler ou de provoquer artificiellement cette décharge endogène. Cette maturation finale se traduit par une augmentation du volume et de la taille des ovocytes suite à leur hydratation et à une accumulation du vitellus (1, 5, 9).

Les différentes valeurs du coefficient de variation du poids et du diamètre moyens ovocytaires indiquent que les ovocytes sont plus homogènes après traitement hormonal au niveau de chaque femelle. En effet, la plupart des ovocytes sont répartis sur deux ou trois classes de taille avant induction à une seule classe après le traitement hormonal. Ainsi, les ovocytes, naturellement peu homogènes, peuvent devenir relativement homogènes après le traitement hormonal. Sur le plan pratique de la modalité de la reproduction, on passerait d'une ponte fractionnée à une ponte unique par massage abdominale en conditions d'élevage.

Chez *H. bidorsalis*, les premières éclosions interviennent 21 à 22 heures à 27-29 °C après fécondation et incubation des œufs. Chez *H. longifilis*, espèce morphologiquement proche, l'éclosion a lieu plus tard soit environ 24 heures après l'incubation à la même

température (6, 7, 13, 14). Les taux de fécondation et d'éclosion dépendent de plusieurs facteurs et ne peuvent donc pas être considérés comme des qualités spécifiques des femelles de *H. bidorsalis*. En effet, la fécondation et l'éclosion sont fonction de la qualité des ovocytes et des spermatozoïdes. Elles dépendent également des conditions d'expérimentation (respect du temps de latence entre l'induction des femelles et la collecte des œufs, paramètres physico-chimiques du milieu d'incubation). Par ailleurs, on note que le taux de fécondation est toujours supérieur au taux d'éclosion parce que tous les œufs fécondés n'éclosent pas. Dans les conditions idéales, plus il y a des œufs fécondés, plus le taux d'éclosion est élevé d'où l'existence d'une corrélation significative positive ($r = 0,93$) entre ces deux fonctions biologiques.

La proportion de larves normales obtenues après éclosion est supérieure à celle des larves déformées. Ces valeurs sont toutefois inférieures à celles enregistrées par Otémé (13) dans des conditions similaires, chez *H. longifilis*. L'auteur indique que chez cette espèce, les proportions de larves normales sont élevées en toute saison et sont supérieures à 70%.

Le poids, la longueur totale et le diamètre de la vésicule vitelline des larves à l'éclosion varient faiblement d'un individu à l'autre. En effet, les valeurs du coefficient de variation de ces paramètres montrent que ceux-ci sont homogènes. En comparant le poids et le diamètre des ovocytes à ceux des larves à l'éclosion, on remarque que le poids moyen des larves ($1,42 \pm 0,13$) est inférieur à celui des ovocytes ($1,48 \pm 0,13$) alors que le diamètre

moyen de la vésicule vitelline des larves ($1,95 \pm 0,14$) est supérieur à celui des ovocytes ($1,50 \pm 0,07$). Ces résultats pourraient s'expliquer par la perte du chorion de l'œuf au cours de l'éclosion, par l'étirement de la vésicule vitelline suite à la formation des différents organes des larves et par l'utilisation des réserves pour le métabolisme.

Conclusion

La reproduction artificielle de *Heterobranchus bidorsalis* a révélé que les valeurs moyennes de la fécondité

absolue et relative sont respectivement de 140.440 ± 82.168 ovocytes et $47,3 \pm 17,9$ ovocytes par g de poids corporel. La fécondité absolue est proportionnelle à la taille et à la masse des femelles. Le traitement hormonal des femelles entraîne une augmentation du poids et de la taille des ovocytes en les rendant plus homogènes. Les premières éclosions ont eu lieu environ 21 à 22 heures à 27 °C après la fécondation. Les taux d'éclosion, de fécondation et de larves normales sont relativement faibles. Les dimensions des larves sont variables d'un individu à l'autre.

Références bibliographiques

1. Adebayo O.T. & Fagbenro O.A., 2004, Induced ovulation and spawning of pond raised African giant catfish, *Heterobranchus bidorsalis* by exogenous hormones. *Aquaculture*, **242**, 1-4, 229-236.
2. Fagbenro O.A., Olaniran T.S. & Esan A.O., 1991, Some aspects of the biology of the catfish *Heterobranchus bidorsalis* Geoffroy Saint-Hilaire, 1809 (Clariidae) in river Ogbese, Nigeria. *J. Afr. Zool.* **105**, 363-372.
3. Huisman H.B.N. & Richter C.J., 1987, Reproduction, growth, health control and aquacultural potential of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). *Aquaculture*, **74**:287-291.
4. Jalabert B., 1976, *In vitro* oocyte maturation and ovulation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*), northern pike (*Esox lucius*) and goldfish (*Carassius auratus*). *J. fish. Res. Board Can.* **33**, 974-988.
5. Lahnsteiner F., Urbanyi B., Horvath A. & Weismann T., 2001, Bio-markers for egg quality determination in cyprinid fish. *Aquaculture*, **195**, 331-352.
6. Legendre M., 1986, Seasonal changes in sexual maturity and fecundity and HCG-induced breeding of catfish *Heterobranchus longifilis* (Clariidae), reared in Ebrie lagoon (Côte d'Ivoire). *Aquaculture*, **55**, 201-213.
7. Legendre M., 1991, Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II. 83 p.
8. Legendre M., 1992, Bilan des premiers essais d'élevage d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Clariidae) en milieu lagunaire (Lagune Ebrié, Côte d'Ivoire). In: Recherches sur les systèmes piscicoles en Afrique. G. M. Bernacsek, H. Powles (Eds.). IDRC-MR308 e, f, Canada, Ottawa, 211-232.
9. Legendre M. & Otémé Z.J., 1995, Effect of varying latency period on the quantity and the quality of ova after HCG-induced ovulation in the African catfish, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). *Aquat. Living Resour.* **8**, 4, 309-319.
10. Legendre M., Teugels G.G., Cauty C. & Jalabert B., 1992, A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *Journal of Fish Biology*, **40**, 59-79.
11. Maise G., Pinson A. & Loir M., 1988, Caractérisation de l'aptitude à la congélation du sperme de la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*) par des critères physico-chimiques. *Aquat. Living Resour.* **1**, 45-51.
12. Omany F.D., 1964, Les complexités de la reproduction. In: Les poissons. Collection Life, 192 p.
13. Otémé Z.J., 2001, Contribution à l'étude de la biologie et la physiologie de la reproduction du silure *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840): Gamétogenèse naturelle et induite. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Université de Cocody (Abidjan-Côte d'Ivoire), 149 p.
14. Slembrouck J. & Legendre M., 1988, Aspects techniques de la reproduction contrôlée de *Heterobranchus longifilis*. *Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 19 p.

Y.L. Alla, Ivoirien, Docteur 3^{ème} Cycle en Hydrobiologie, Attaché de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V, 18 Abidjan, Côte d'Ivoire.
Correspondance: Tel: (225) 21 35 58 80; Fax: (225) 21 35 11 55; Cel.: (225) 07 88 75 84; E-mail: laurentalla@yahoo.fr

M. Ouattara, Ivoirien, Docteur d'Université en Sciences et Gestion de l'Environnement, Maître de Conférences, Enseignant-Chercheur au Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique à l'Université d'Abobo-Adjamé, 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire. E-mail: ouattara_bognan@yahoo.fr

C.M. Blé, Ivoirien, Docteur 3^{ème} Cycle en Hydrobiologie, Chargé de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V 18 Abidjan, Côte d'Ivoire. E-mail: blecel@hotmail.com

B.C. Atse, Ivoirien, PhD. en Océanographie, Maître de Recherches, Chercheur au Département Aquaculture du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), BP V, 18 Abidjan, Côte d'Ivoire. E-mail: atse_boua_celestin@hotmail.com

Dynamique des infections trypanosomiennes chez des bovins Borgou à la ferme de l'Okpara au Bénin

S. Doko Allou^{*1}, S. Farougou², S. Salifou², E. Ehilé³ & S. Geerts⁴

Keywords: Borgou cattle- Trypanosomosis- Trypanotolerance- Trypanocidal treatment- Benin

Résumé

A l'aide d'examens parasitologiques, la dynamique des infections trypanosomiennes chez 55 bovins de race Borgou dont 5 taureaux, 20 taurillons et 30 veaux élevés sur pâturages au niveau de la ferme de l'Okpara a été suivie pendant douze mois. Des chutes modérées et transitoires de poids observées à la fois chez des animaux infectés et non infectés indiquent qu'elles sont sans rapport direct avec les infections trypanosomiennes. Les taux d'infection cumulés s'élèvent à 95% chez les taurillons, 80% chez les taureaux, nettement supérieurs à 30% chez les veaux. Ces résultats indiquent que l'âge critique pour ces affections se situerait surtout entre un et trois ans au niveau de cette ferme. Ces taux élevés montrent l'existence à la ferme de l'Okpara de glossines infectées, et le souci d'y élever du bétail trypanotolérant reste un impératif de production. Le taux d'infection des veaux jusqu'à sept mois reste 0%, et 3% seulement au 8^{ème}, indiquant que les traitements trypanocides systématiques administrés à ces derniers dès l'âge de deux mois sont d'un intérêt marginal.

Summary

Dynamics of Trypanosome Infections in Borgou Cattle at the Okpara Ranch in Benin

The dynamics of trypanosome infections have been studied over a period of 12 months in 55 Borgou cattle at the Okpara ranch of which 5 adult bulls, 20 young males and 30 calves. Moderate and temporary weight losses were observed both in infected and uninfected animals which indicates that these are not directly linked to trypanosome infections. Based on parasitological examinations the cumulative infection level reached 95% in young males and 80% in adult bulls, which is much higher than in calves (30%). The results show that the critical age for infection at the ranch is between 1 and 3 years old. These high infection levels indicate the occurrence of infected tsetse flies on the ranch. Therefore, the choice of trypanotolerant cattle is fully justified. Given the fact that the infection level of the calves remains zero until seven months of age and reaches only 3% at 8 months, the systematic trypanocidal treatments which are currently given to 2 month old calves have only a marginal benefit.

Introduction

Avec une prévalence sérologique de 84% obtenue sur différentes races bovines dans des élevages villageois, Doko *et al.* (4) ont indiqué que les trypanosomoses animales constituent le gros problème des productions animales au Bénin, entendu que les performances de production et de reproduction du bétail peuvent être compromises par des systèmes d'exploitation inadéquats, une forte pression glossinaire, un environnement difficile, des maladies intercurrentes, une alimentation ou un abreuvement déficient. La ferme de l'Okpara, l'une des quatre fermes d'Etat béninois a été créée à l'origine pour promouvoir les productions animales dans les milieux présumés défavorables. Dans cette perspective, les techniciens en charge de la santé et des productions animales s'efforcent-ils à élaborer des programmes de prophylaxie antitrypanosomienne comme alternative

pour contrôler ces maladies dans les zones d'élevage en proie aux trypanosomoses animales. C'est dans ce cadre qu'au niveau de l'Okpara, les responsables ont conçu et mis en œuvre un programme de prophylaxie basé sur le traitement systématique des animaux dès l'âge de deux mois. Le présent travail qui se situe dans le cadre d'une recherche de solutions alternatives pour promouvoir les productions animales dans les zones à glossines, a tenté de suivre la dynamique des infections trypanosomiennes en rapport avec l'âge des animaux élevés dans la ferme de l'Okpara.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude: Ferme de l'Okpara

D'une superficie d'environ 33.000 ha, la ferme dispose de pâturages naturels et de pâturages artificiels

¹Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, BP: 123, Parakou, Bénin.

²Université d'Abomey Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, BP: 526, Cotonou, Bénin.

³Université d'Abobo-Adjamé, Faculté des Sciences, Abidjan, Côte d'Ivoire.

⁴Institut de Médecine Tropicale, Nationalestraat, 155, B-2000 Atwerpen, Belgique.

*Adresse du correspondant: S. Doko Allou, Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Département de Production et santé animales, BP. 123, Parakou, Bénin.

Tél: 00 (229) 90 94 27 52 / 93 43 13 50 Fax: 00 (229) 23 61 07 12 E-Mail: sannidoko@yahoo.fr

Reçu le 17.09.08 et accepté pour publication le 28.01.10.

lesquels sont dominés par des andropogonées, diverses espèces de *Brachiara* et de *Stylosanthes*. Ces pâturages artificiels sont souvent exploités soit directement, soit fauchés pour constituer des réserves. La ferme connaît une saison pluvieuse qui va de mai-juin à septembre-octobre et une saison sèche qui va de novembre-décembre à mars-avril. En saison sèche les animaux bénéficient d'une complémentation alimentaire constituée de foin ou d'ensilage d'herbe et de la pierre à lécher. L'abreuvement est assuré par les eaux du fleuve Okpara. Il existe une forte pression glossinaire: 5,2 glossines par piège par jour (10).

Animaux

Tous de race Borgou, la ferme comptait au total 55 bovins dont 23 taureaux, 203 vaches, 110 génisses, 89 taurillons et 127 veaux. L'expérimentation a porté sur 55 bovins mâles et femelles qui se trouvent dans cinq parcs situés l'un à côté de l'autre. Pour les besoins de l'étude, les 55 bovins sont répartis en trois lots constitués par tirage au sort.

Lot 1: 5 bovins géniteurs Borgou âgés de 4 à 8 ans (soit un parc).

Lot 2: 20 taurillons âgés de 24 à 30 mois au jour J0 de l'expérience (soit un parc).

Lot 3: 30 veaux mâles et femelles âgés de moins de dix jours au jour J0 de l'expérience. Ces derniers restent dans trois parcs situés côte à côte. Ils partagent les mêmes pâturages. La nuit, ils sont attachés à côté de leurs mères. Le sevrage intervient à 10-12 mois.

Les mises-bas sont groupées et s'étalent entre octobre et décembre, et entre mai et juin. Au jour J0, les animaux ne présentaient aucun signe clinique de trypanosomoses. Les animaux des lots 1 et 2 sont conduits au pâturage toute la journée et abreuvés deux fois par jour. Le soir, ils sont gardés dans des parcs de nuit. Ceux du lot 3 pâturent aux alentours des habitations pendant leurs quatre premiers mois d'existence. Ici, il y a peu de végétations, peu de galeries, donc un biotope qui n'est pas favorable aux glossines. Par la suite, ils sont conduits aux pâturages des adultes mais séparément. Aucun bovin des trois lots n'a été traité aux trypanocides sauf ceux qui ont été diagnostiqués positifs au cours de l'étude.

Prélèvements

Le sang est prélevé au niveau d'une veine superficielle de l'oreille pour la confection des gouttes épaisses et des étalements sanguins. De même, du sang est prélevé pour l'établissement de l'hématocrite et pour la recherche de parasites sur Buffy-coat.

Méthodes d'analyse

Examens cliniques

Avant et au cours des manipulations de pesées et de prises de sang, chaque animal fait l'objet d'examens cliniques, notamment la palpation des ganglions préscapulaires et l'examen de la conjonctive.

Poids

Le poids est obtenu par pesée mensuelle les jours de prélèvement de sang à l'aide d'une bascule pèse-bétail et les veaux à l'aide d'un peson à ressort.

Hématocrite

Il est établi chaque mois à l'aide de tubes à micro-hématocrite et centrifugés à 12000 tours/minute pendant 5 minutes à l'aide d'une centrifugeuse de type SIGMA.

Examens parasitologiques

Chaque mois, la parasitémie est établie à l'aide d'un microscope de type ZEISS au grossissement (x 200), en examinant directement l'interphase globules rouges et globules blancs du tube comme décrit dans la technique de Woo (11). L'animal porteur de trypanosomes est traité à l'aide d'une solution d'acéturate de diminazène (Bérénil, Hoechst) à la dose de 3,5 mg par kg de poids vif.

Résultats

Signes cliniques

Aucune mortalité n'a été enregistrée pendant la durée de l'étude. Malgré la présence de parasites chez certains animaux à des moments donnés de l'expérience, aucun des signes cliniques caractéristiques des trypanosomoses animales n'est observé. De même, l'insuffisance quantitative et qualitative des fourrages en saison sèche, n'a altéré non plus l'embonpoint des animaux, même porteurs de parasites.

Poids

Le poids moyen des taureaux au début de l'expérimentation est de 365,6 kg ± 40,9. Ce poids est passé à 360,6 kg ± 33,3 après douze mois d'observations (Figure 1a). L'on a noté quelques légères oscillations mais les poids moyens sont restés en plateaux presque monotones. En raison du transfert de ces animaux vers les parcs de reproduction où il n'y avait pas de bascule, la pesée n'a pu se poursuivre en février et en mars comme prévu dans le protocole.

Le poids moyen des taurillons au démarrage de l'étude était de 168,9 kg ± 23,6. Il est passé à 218,2 kg ± 27,7 après douze mois (Figure 1b). Pris individuellement ou collectivement, les taurillons ont enregistré une chute modérée de poids ramenant les valeurs moyennes à 163,8 kg ± 18,8, 164,4 kg ± 17,3 et 159,9 kg ± 17,2 respectivement pendant les mois de janvier, février et mars. Cette période correspond au pic de la saison sèche dans la zone d'étude.

Individuellement ou collectivement, on note également un gain sensible et continu de poids chez les veaux tout au long de l'étude (Figure 1c). A des âges types de trois, six et neuf mois, les poids moyens de ces veaux sont respectivement de 35,6 kg ± 5,3; 50,4 kg ± 9,2 et 83,1 kg ± 12,6.

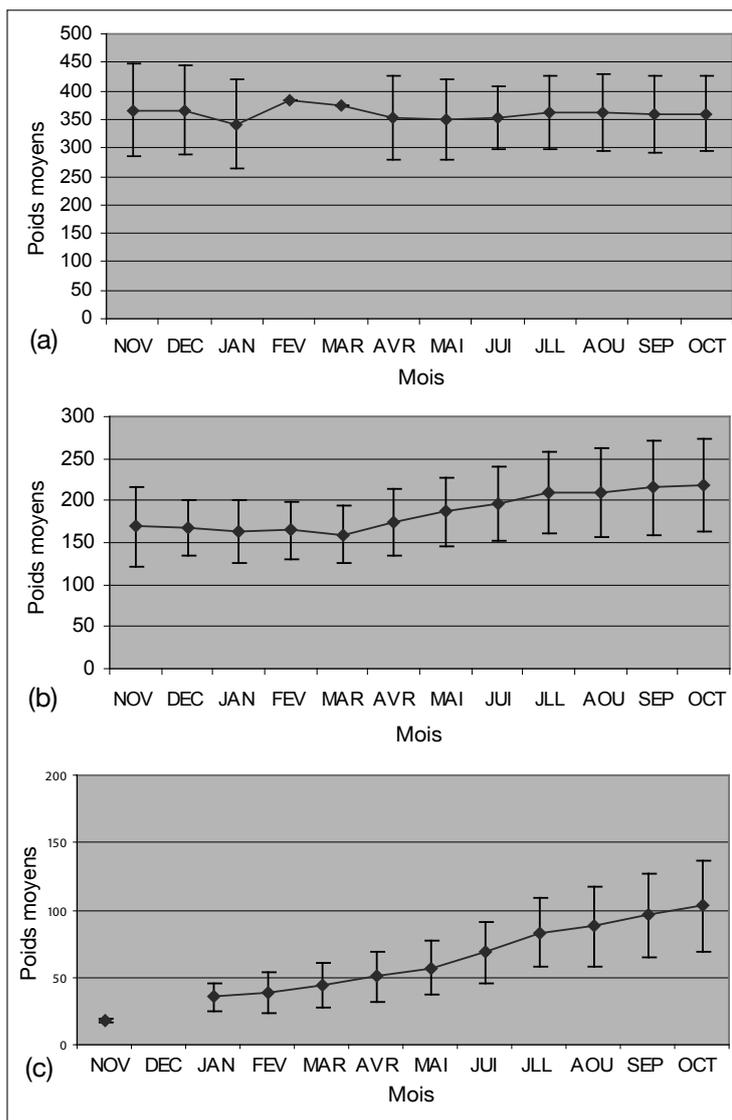


Figure 1: Evolution du poids (en kg) chez (a) les taureaux géniteurs, (b) les taurillons et (c) les veaux à la ferme de l'Okpara.

Hématocrite

Chez les géniteurs, les valeurs moyennes de l'hématocrite au début et à la fin de l'expérimentation sont respectivement de $36,5 \pm 6,8$ et $34,8 \pm 8,4$ (Figure 2a). L'allure de la courbe de l'hématocrite est similaire chez les taurillons (Figure 2b), bien qu'à un niveau plus bas que chez les géniteurs. A la naissance, les valeurs moyennes de l'hématocrite sont élevées chez les veaux. Ces valeurs tendent à se stabiliser plus bas vers l'âge de 12 mois (Figure 2c).

Infections trypanosomiennes

Les taux de prévalence cumulés s'élèvent à 80% pour les taureaux, 95% pour les taurillons et 30% pour les veaux (Tableaux 1 à 3). En douze mois d'observations mensuelles, 32 des 55 bovins ont été diagnostiqués positifs au moins une fois. Les espèces *Trypanosoma vivax*, *Trypanosoma congolense* et *Trypanosoma brucei* sont tous présents dans la ferme, mais *Trypanosoma vivax* et *Trypanosoma congolense* sont responsables

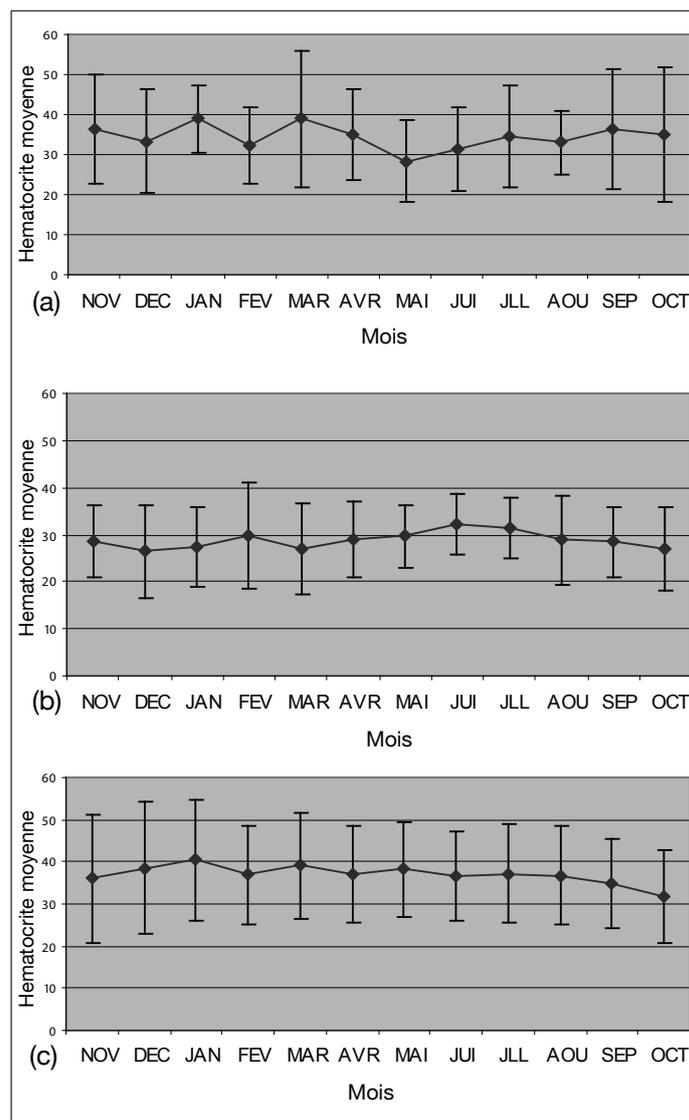


Figure 2: Evolution de l'hématocrite chez (a) les taureaux géniteurs, (b) les taurillons et (c) les veaux à la ferme de l'Okpara.

de la plupart des infections diagnostiquées. Pendant douze mois, un des 5 taureaux est demeuré négatif (Tableau 1). Chez les taurillons; 19 sur 20, soit 95% ont été détectés positifs au moins une fois (Tableau 2). La fréquence des parasites y va même jusqu'à cinq. Tous les veaux sont restés négatifs durant les sept premiers mois d'expérimentation (Tableau 3). Un seul veau sur les 30, soit 3% est détecté positif au 8^{ème} mois. Les taux de prévalence de 13%, 10% et encore 10% sont enregistrés respectivement en août, septembre et octobre. Cette période correspond à la saison des pluies.

Discussion

Signes cliniques

Durant l'expérimentation, aucun signe pathognomonique n'est apparu. L'embonpoint des animaux est resté satisfaisant. C'est dire qu'en se basant sur

Tableau 1
Détection des trypanosomes chez les taureaux géniteurs à la ferme de l'Okpara

N°	P	nov. 2004	déc. 2004	jan. 2005	fév. →	ma	avr.	mai	juin	juil.	aout	sep. ←	oct. 2005	T/A
2579	P5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
8301	P9	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01
8302	P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	01
8334	P10	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	01
8374	P4	-	-	-	-	-	+	+	Retiré					02
Total positif		0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	
		0%	0%	20%	0%	0%	20%	20%	0%	20%	20%	0%	0%	

N°: numéro de l'animal

P: parc d'utilisation

-: négatif (absence de parasite de trypanosome)

+: positif (présence de trypanosome)

T/A.: Total par animal

Tableau 2
Détection des trypanosomes chez les taurillons à la ferme de l'Okpara

MOIS N°	nov. 2004	déc. 2004	jan. 2005	févr. →	mar.	avr	mai	juin	juil	août.	sep. ←	oct 2005	T/A
2906	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+		-	5
2916	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	3
2918	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	4
2933	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	4
2938	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2944	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2
2947	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2
2948	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	3
2949	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2956	+	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	1
2963	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2978	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+		-	3
2982	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2
2987	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	2
4005	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	4
4007	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	3
4012	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	4
4020	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	2
4035	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	4
4050	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Total positif	4	3	8	7	9	3	4	0	4	6	2	1	
	20%	15%	40%	35%	45%	15%	20%	0%	20%	30%	10%	5%	

N°: numéro de l'animal

-: négatif absence de trypanosome

+: positif présence de trypanosome

T/A: Fréquence ou nombre de fois que l'animal est détecté porteur de trypanosomes.

les signes cliniques, les trypanosomoses poseraient moins de problème de santé pour le cheptel étudié.

Poids

Les résultats obtenus au niveau des géniteurs corroborent les observations de Landais (8) qui, travaillant sur des troupeaux villageois en Côte d'Ivoire, a indiqué que les animaux surmontent plus aisément les problèmes liés aux trypanosomoses

lorsque leurs besoins de croissance deviennent proportionnellement moins importants.

Après la saison sèche, les taurillons ont connu une augmentation sensible de poids. Ceci est sans doute l'effet de l'alimentation et/ou que tous les sujets restent encore en phase de croissance contrairement aux observations faites sur les taureaux. Chez ces derniers en effet, les données autorisaient à dire qu'ils sont en fin de croissance; situation sans doute

Tableau 3
Détection des trypanosomes chez 30 veaux (seulement les veaux positifs sont inclus) à la ferme de l'Okpara

MOIS N°	Nov.	Déc.	Jan.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Jun	Juil.	Août	Sept.	Oct.	T/A
	2004	2004	2005	→							←	2005	
P1 3707							F	-	-	-	-	+	1
3742								+	-	-	+	-	2
4614							I	-	-	-	+	-	1
4638								-	+	+	-	-	2
P2 4635					A			-	-	-	-	+	1
4636								-	-	+	+	-	2
4668			G					-	-	-	-	+	1
P3 3779		E						-	-	+	-	-	1
4679	N							-	-	+	-	-	1
Total								1	1	4	3	3	
								3%	3%	13%	10%	10%	

N°: numéro de l'animal

P: parc où se trouve l'animal

-: négatif (absence de trypanosome)

+: positif (présence de trypanosome)

T/A: Total par animal (nombre de fois que l'animal est détecté porteur de trypanosomes).

accentuée par leurs activités de reproduction. Le maintien des gains de poids chez les taurillons, même infectés, semble indiquer que ces infections n'ont eu qu'un effet marginal.

Les résultats enregistrés au niveau des veaux permettent d'avancer que le poids moyen d'un veau Borgou âgé de 12 mois élevé sur la ferme de l'Okpara est de 102,8 kg ± 16,7. Il est nettement supérieur aux 65 kg (8) pour un veau Baoulé de même âge élevé en milieu villageois. Les poids à âge type obtenus dans cette étude se rapprochent des 43,3 kg enregistrés par Youssao *et al.* (12) chez des veaux de trois mois nés sur la même ferme. Quant à la vitesse de croissance qui a présenté parfois de très grandes individualités intra et inter-catégorielles très marquées tant au niveau des taurillons qu'à celui des veaux, certains auteurs à la suite de travaux effectués sur la race Borgou en milieu traditionnel et au niveau de la ferme de l'Okpara ont évoqué l'effet des saisons (2, 12). Cette tendance observée tant chez les taurillons que chez les veaux au niveau des valeurs moyennes des poids est sans doute en relation étroite avec la disponibilité en aliment jusqu'à la fin de la croissance.

Aussi modérée et transitoire qu'elle puisse paraître, une chute de poids est observée au niveau de l'ensemble des animaux à l'exception des veaux. Intervenue pendant la saison sèche, cette chute ne semble pas avoir des rapports directs avec les infections trypanosomiennes. Les résultats de cette étude laissent penser que la période critique pour les taurillons d'élevage de l'Okpara se situe dans les mois de janvier, de février et de mars. Cette période qui coïncide avec le pic de la saison sèche est marquée

par une chute de poids des animaux consécutive à une alimentation sans doute insuffisante et de moins bonne qualité.

Hématocrite

En présence d'une infection trypanosomienne active, l'hématocrite est un critère qui exprime la résistance ou la sensibilité individuelle et l'aptitude à résister à l'anémie (6). Dans la présente étude, les valeurs moyennes de l'hématocrite sont restées assez hautes, traduisant la bonne tenue de ces sujets en face d'infections confirmées. Ces résultats corroborent ceux de Andrianarivo *et al.* (1) qui indiquent qu'on n'observe pas d'amélioration au niveau des valeurs moyennes de l'hématocrite chez les animaux sensibles.

Ainsi, si les variations des valeurs de l'hématocrite liées à l'infection trypanosomienne constituent très souvent l'une des manifestations pathologiques induites chez le sujet infecté les plus faciles à appréhender, ces valeurs présentent dans cette étude, l'inconvénient de trop varier tant au niveau de l'individu qu'à celui du lot. C'est peut-être en fonction de plusieurs facteurs, notamment le mode de conduite et l'état des animaux, l'âge des sujets prélevés, le stress des manipulations, indépendamment de l'infection trypanosomienne. Apparemment, les valeurs moyennes de l'hématocrite ont subi de légères fluctuations dans le temps indépendamment des taux d'infections diagnostiqués. Ces résultats indiquent que dans les conditions naturelles et en l'absence d'un degré d'infection plus élevé, ce paramètre à lui seul ne saurait être utilisé pour apprécier les niveaux de résistance des animaux.

Infections trypanosomiennes

Les espèces *T. vivax*, *T. congolense* et *T. brucei* mises en cause dans cette étude sont celles signalées par Doko *et al.* (4, 5) dans les élevages traditionnels au Bénin et également rapportées par Youssao *et al.* (13) au niveau de l'Okpara.

La faible proportion des géniteurs diagnostiqués positifs indique sans doute une résistance plus accrue de ceux-ci aux souches locales de trypanosomes. Le taux élevé de taurillons porteurs de trypanosomes pourrait indiquer que l'âge critique pour les infections trypanosomiennes au niveau de cette ferme se situerait entre un et trois ans.

Chez les veaux, le taux de prévalence cumulé est de 30%, indiquant que 9 veaux sur les 30 ont connu leur primo-infection en douze mois. Dans une étude incluant les buffles, Mulla et Rickman (9) ont signalé que les buffles de moins d'un an sont rarement infectés. En effet, la fréquence des primo-infections enregistrées dans cette étude va d'une à deux fois chez les animaux infectés. La plupart des infections des veaux ont lieu en saison pluvieuse. Cette période serait favorable à une plus forte pression glossinaire et/ou à un degré d'infection élevé des glossines. De plus, pour ces veaux ayant déjà plus de 8 mois, l'on pourrait suspecter la fin d'une immunité passive acquise contre les souches locales de parasites.

Chez les taurillons par contre le pourcentage d'animaux infectés est le plus élevé en saison sèche (Tableau 2). En pleine saison sèche, la rareté des pâturages amène les taurillons à se déplacer plus loin des parcs, beaucoup plus proches des galeries forestières, des cours d'eaux.

Ce déplacement les fatigue, les fragilise et les rend plus vulnérables aussi bien aux maladies opportunistes qu'aux trypanosomoses animales.

La dynamique des taux de prévalence enregistrés chez ces différentes catégories d'animaux, avec un pourcentage plus accru chez les taurillons en âge de procréer indique bien que la ferme de l'Okpara est très infestée de glossines infectées, et la nécessité d'y élever du bétail trypanotolérant reste un impératif économique. Apparemment, les animaux ont développé aussi bien au niveau individuel que catégoriel, des niveaux d'infection différents. La résistance relative des veaux de moins d'un an ne pourrait être considérée d'office comme un équilibre réalisé entre les agressions

parasitaires et les défenses de l'hôte. L'on peut penser plutôt à une stratégie qui, au-delà d'une surveillance plus accrue des veaux, participe à la gestion de leur santé supposant que cette période d'acquisition de la compétence immunitaire est particulièrement cruciale pour les jeunes animaux (3).

S'il est par ailleurs intéressant de constater que les veaux jusqu'à l'âge de sept mois sont demeurés négatifs, l'on est en droit de suggérer qu'il n'est pas nécessaire pour des questions d'ordre économique de soumettre les veaux de moins de huit mois, nés dans la ferme de l'Okpara, à un traitement trypanocide systématique comme c'est le cas actuellement. Si ce programme de prophylaxie mis en œuvre au niveau de la ferme peut permettre d'accroître la productivité du cheptel, il reste cependant d'un intérêt économique marginal et pourrait créer préjudice à long terme à la trypanotolérance des nouveaux-nés, car cette approche pourrait influencer la production des anticorps induits par la primo-infection. De plus, en réduisant le nombre de traitements trypanocides on contribue à la réduction des risques de développement de la chimiorésistance (7).

Conclusions

Les résultats de la présente étude confirment l'intérêt d'élever des animaux trypanotolérants dans la ferme de l'Okpara et qu'une prophylaxie antitrypanosomienne systématique élargie aux veaux de moins de deux mois est d'un intérêt économique marginal et est susceptible de contribuer à accroître les risques de développement de résistance aux trypanocides. De même, l'organisation de la reproduction, quoi que nécessaire pour accroître la productivité des animaux, devra toujours tenir compte des contraintes liées à la quantité et à la qualité du fourrage des trois premiers mois de l'année.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction du Centre Béninois de la Recherche Scientifique et Technique qui a bien voulu financer cette étude, le Directeur et le personnel de la ferme de l'Okpara pour leur collaboration et surtout Messieurs S. Adjitore, R. Setchegebe et Dr. A. Akossou pour les examens de laboratoire et le traitement statistique.

Références bibliographiques

- Andrianarivo G.A., Muya P., Opollo M. & Logan-Henfrey L.L., 1995, *Trypanosoma congolense*: comparative effects of primary infection one bone marrow progenitor cells from N'Dama cattle. *Exp. Parasitol.*, 80, 407-418.
- Dehoux J.P., 1993, Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au Nord-Est du Bénin. Mémoire M.Sc. n°98. Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Anvers, Belgique. 97 p.
- Diall O., Touré O.B., Diarra B. & Sanogo Y., 1992, Trypanosomose et traitements trypanocides chez le veau N'Dama en milieu fortement infesté de glossines (ranch de Madina-Diassa au Mali). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 45, 155-161.
- Doko Allou S., Guédégbé B., Baelmans R., Demey F., N'Diaye A., Pandey V.S. & Verhulst A., 1991, Trypanosomiasis in different breeds of cattle from Benin. *Vet. Parasitol.* 40, 1-7.
- Doko Allou S., 1991, Etude sur la trypanosomiase et la trypanotolérance bovines au Bénin. Thèse de Master of Science (M.Sc.) n°14 Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Anvers, Belgique. 94 p.
- Doko Allou S., 1996, Trypanotolérance des ruminants domestiques

- en Afrique: caractérisation des races bovines du Bénin et recherche expérimentale sur les mécanismes immunologiques sous-jacents. Thèse de Doctorat Ph.D n°6. Institut de Médecine Tropicale, Prince Léopold, Anvers, Belgique. 204 p.
7. Geerts S. & Holmes P.H., 1998, Drug management and parasite resistance in bovine trypanosomiasis in Africa. PAAT Techn. Sci. Series n°1, 31 p.
 8. Landais, 1983, Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte d'Ivoire. Inst. Elev. Méd. Vét. Pays Trop, Maison Alfort, 789 p.
 9. Mulla A.F. & Rickman L.R., 1988, How do African game animals control trypanosome infections? Parasitol. Today, 4, 352-354.
 10. Touré Z. F., 2002, Rapport annuel de la ferme de l'Okpara, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Direction de l'Elevage, Bénin, 36 p.
 11. Woo P.T.K., 1970, The hematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. Acta Trop 27, 384-386.
 12. Youssao A.K.I., Ahissou A., Michaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou N.D. & Leroy P.L., 2000, Facteurs non-génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la ferme de l'Okpara au Bénin. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 53, 285-292.
 13. Youssao A.K.I., Ahissou A., Idrissou N.D., Michaux C., Touré Z. & Leroy P.L., 2001, Viabilité des bovins de race Borgou à la ferme de l'Okpara au Bénin. Tropicultura, 19, 2, 65-69.

S. Doko Allou, Béninois, Doctorat Ph.D, Maître-Assistant, Enseignant, Chercheur, Doyen de la Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin.

S. Farougou, Béninois, DMV, Ph.D., Maître de Conférences, Chef du service de la coopération universitaire, Université d'Abomey, Calavi, Bénin.

S. Salifou, Béninois, DMV, Professeur, Université d'Abomey-Calavi, Directeur de l'Oriantation et du suivi de l'Enseignement Supérieur, Bénin.

E. Ehilé, Ivoirien, Professeur des Universités, Président de l'Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.

S. Geerts, Belge, DVM, PhD, Professeur, IMT, Antwerpen, Belgique.

Evaluation de la résistance de certaines variétés de pomme de terre biologique au mildiou (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)

S. Ferjaoui¹, Naïma Boughalleb^{2*}, N. Khamassi¹, M. M' Hamdi³ & M.E. Romdhani²

Keywords: *Phytophthora infestans*- Varietal resistance- Potato- Biologic mode- Tunisia

Résumé

Pour lutter contre le mildiou, notamment en productions biologiques, la résistance variétale de la pomme de terre pourrait constituer un atout à associer à bien d'autres mesures d'ordre cultural. A cet effet, seize variétés ont été testées à l'égard du mildiou. Il s'en dégage que le mildiou peut attaquer toutes les variétés, cependant, il existe des variétés moins sensibles que d'autres. En effet, les variétés Derby et Voyager semblent capables de retarder le démarrage de l'épidémie d'un mois ou plus. D'autres, comme Cicéro, Vivaldi et Timate pourraient retarder le développement de la maladie de douze jours par rapport à sa déclaration sur des variétés sensibles. De plus, le niveau de destruction foliaire est très limité par rapport à celui des variétés sensibles puisqu'il n'a pas dépassé 10% de feuilles détruites pour Timate. Les variétés Fabula, Liséta, Carréra, Mondial, Spunta, Platina, Safrane, Arinda, Santana et Baraka ont montré un démarrage précoce et rapide de l'épidémie. La tolérance voire la résistance variétale ne suffit à elle seule pour résoudre notamment le problème des attaques sur tubercules, puisqu'un taux de contamination relativement faible du feuillage suffit à causer une perte économique très importante sur les tubercules.

Summary

Evaluation of the Resistance of some Varieties of Biological Potato to the Mildew (*Phytophthora infestans*)

To control the mildew, in particular in biological productions, the varietal resistance of potato could be an advantage to associate with other cultural measurements. For this purpose, sixteen varieties potentially interesting in conventional and biological production were tested with regard to the mildew. Eleven varieties were subscribed in the list A (Alaska, Arinda, Baraka, Fabula, Liseta, Mondial, Platina, Safrane, Santana, Spunta and Timate) and five are in the process of evaluation (Carréra, Cicéro, Derby, Vivaldi, and Voyager). It seemed that the mildew affected all the tested varieties. However, some of them appeared more tolerant than others. Indeed, the Derby and Voyager varieties revealed to be able to delay the starting of the disease of one month. Cicéro, Vivaldi and Timate could delay the development of mildew disease of twelve days, relatively to its appearance on susceptible varieties. Furthermore, the foliar level of destruction remained very limited compared to that on susceptible varieties and not exceed 10% for Timate. The varieties Fabula, Liséta, Carréra, Mondial, Spunta, Platina, Safrane, Arinda, Santana and Baraka showed an early and fast starting of the epidemy. In addition, the tolerance or varietal resistance could not resolve the problem when tubers are affected, since a relatively weak rate of leaves contamination is enough to cause a very important economic loss on the tubers.

Introduction

La culture de pomme de terre occupe une grande importance économique et sociale à l'échelle nationale. *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary affecte négativement le rendement et la qualité de la récolte. L'agressivité accrue de *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary (11), l'orientation actuelle vers des productions biologiques et les conséquences graves qu'occasionne le mildiou de la pomme de terre aux cultures, nous incitent à trouver d'autres alternatives à la lutte chimique (11). En effet, chaque année, le

mildiou fait des ravages énormes, notamment en culture d'arrière-saison et de primeur, pouvant aboutir à des pertes importantes. Il sévit pratiquement de la fin du mois d'octobre à la fin du mois d'avril. Sa présence continue permet un passage de l'*inoculum* d'une culture à une autre surtout que celles-ci sont très proches et sont mêmes chevauchantes en Tunisie.

Si en cultures conventionnelles, la panoplie de produits phytosanitaires est impressionnante pour lutter contre le mildiou; en productions biologiques, la gamme

¹Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis.

²Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Laboratoire de Phytopathologie, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

³Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Laboratoire des Cultures maraîchères et légumières, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

*Auteur correspondant: Naïma Boughalleb, Laboratoire de Phytopathologie, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

Tel. 00 216 73 327 546 Fax: 00 216 73 327 591 E-mail: n.boughalleb@laposte.net

Reçu le 15.06.09 et accepté pour publication le 01.02.10.

s'amenuise et se limite à quelques bio-pesticides (4). Pour lutter contre le mildiou, notamment en productions biologiques, la résistance variétale de la pomme de terre pourrait constituer un atout à associer à bien d'autres mesures d'ordre cultural. Caractériser la résistance variétale au mildiou en productions biologiques et en estimer l'impact quant à la généralisation de l'épidémie sont des thèmes d'actualité entamés par de nombreux chercheurs depuis 1999 (3, 6, 7, 12, 13). Ces auteurs ont montré que des différences de comportement variétal de la pomme de terre à l'égard de *P. infestans* existent. Ils ont, par ailleurs indiqué que la connaissance de la tolérance au mildiou des variétés de pomme de terre peut être intéressante.

Culiez *et al.* (7) et Bruyère (6) ont montré que la résistance de la pomme de terre au mildiou peut être spécifique et partielle.

La présente étude consacrée à la lutte contre le mildiou de la pomme de terre en productions biologiques, consiste à estimer l'impact de la sensibilité variétale sur le développement du mildiou et la généralisation de l'épidémie parmi seize variétés prises dans l'assortiment variétal tunisien.

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Les seize variétés testées font partie de l'assortiment variétal tunisien. Onze variétés sont inscrites sur la liste A (Alaska, Arinda, Baraka, Fabula, Liseta, Mondial, Platina, Safrane, Santana, Spunta et Timate) et cinq sont en cours d'évaluation (Carréra, Cicéro, Derby, Vivaldi et Voyager).

2. Techniques

2.1 Conduite des essais

La plantation a eu lieu au début de février, avec un écartement de 0,3 x 0,7 m. Un mois après la plantation, sont apportés 8 l/ha d'acide phosphorique, 60 kg/ha de nitrate de potasse et 20 kg/ha de sulfate de magnésium.

Le système d'irrigation utilisé est le goutte-à-goutte programmé à raison de deux fois par semaine. L'entretien de la culture consiste en des binages et des buttages. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué afin de favoriser la contamination naturelle des parcelles par le mildiou et de pouvoir juger du comportement des variétés au cours de la végétation.

2.2 Dispositif expérimental

Les variétés implantées dans un environnement avec contamination naturelle, sont disposées en blocs aléatoires complets à trois répétitions. Les traitements sont représentés par les seize variétés. La parcelle expérimentale, implantée au sein d'une production biologique a pour dimensions 55,5 x 7 m. Elle est divisée en trois blocs de 55,5 x 2,10 m; séparés d'une bande d'un mètre. Au niveau de chaque parcelle

élémentaire, la plantation est réalisée à raison de 10 plantes par ligne, soit 30 plantes par variété et par parcelle élémentaire.

2.3 Notations des symptômes

Les observations sont faites tous les quatre jours, dès la première manifestation des premiers symptômes de mildiou. En phase de végétation, le principal paramètre étudié est la tolérance au mildiou des seize variétés retenues. A cet effet, sept notations à 32, 36, 40, 44, 52, 56 et 60 jours après la plantation (jap) ont été réalisées en observant le pourcentage de feuillage attaqué. La notation est effectuée d'abord par comptage du nombre de taches de mildiou, ensuite par l'impact de la maladie exprimé en pourcentage de destruction foliaire sur l'ensemble de la parcelle élémentaire, selon une échelle arbitraire allant de 1 (très tolérant, 0% de feuillage atteint) à 9 (feuillage complètement détruit) (14).

Pour juger de la sévérité de l'infection, l'interprétation des résultats suivant le mode AUDPC (*Area under the disease progress curve* ou aire sous la courbe de progression de la maladie) de Laudéo *et al.* (15) et Harahagazwe *et al.* (14) a été effectuée.

$$\text{AUDPC} = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} + X_i) \times (D_{i+1} - D_i)] / 2$$

X_i = pourcentage des dégâts foliaires à i jours après la plantation

X_{i+1} = pourcentage des dégâts foliaires à $i + 1$ jours après la plantation

D_i = l'âge des plants en jours depuis la plantation jusqu'à l'observation i .

D_{i+1} = l'âge des plants en jours depuis la plantation jusqu'à l'observation $i + 1$.

n = nombre d'observations effectuées.

Plus la valeur de l'AUDPC est élevée, plus la variété est sensible et vice-versa (16). Pour juger de la sensibilité des tubercules des variétés au mildiou, la récolte de chaque parcelle élémentaire est triée et est classée en trois catégories:

- le rendement en poids des tubercules infestés: tubercules présentant une ou plusieurs taches de mildiou;
- le rendement commercialisable: tubercules sains et de calibre supérieur à 28 mm;
- le rendement total: tubercules infestés + tubercules commercialisables + déchets.

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel SPSS 13.0. La comparaison des moyennes a été effectuée avec le test de Duncan-Waller au seuil 5%.

Résultats et discussion

1. Evolution du mildiou sur feuillage au cours des mois d'avril et de mai sur une culture pomme de terre de saison

Les notations des pourcentages de destruction du feuillage par le mildiou sur les différentes variétés

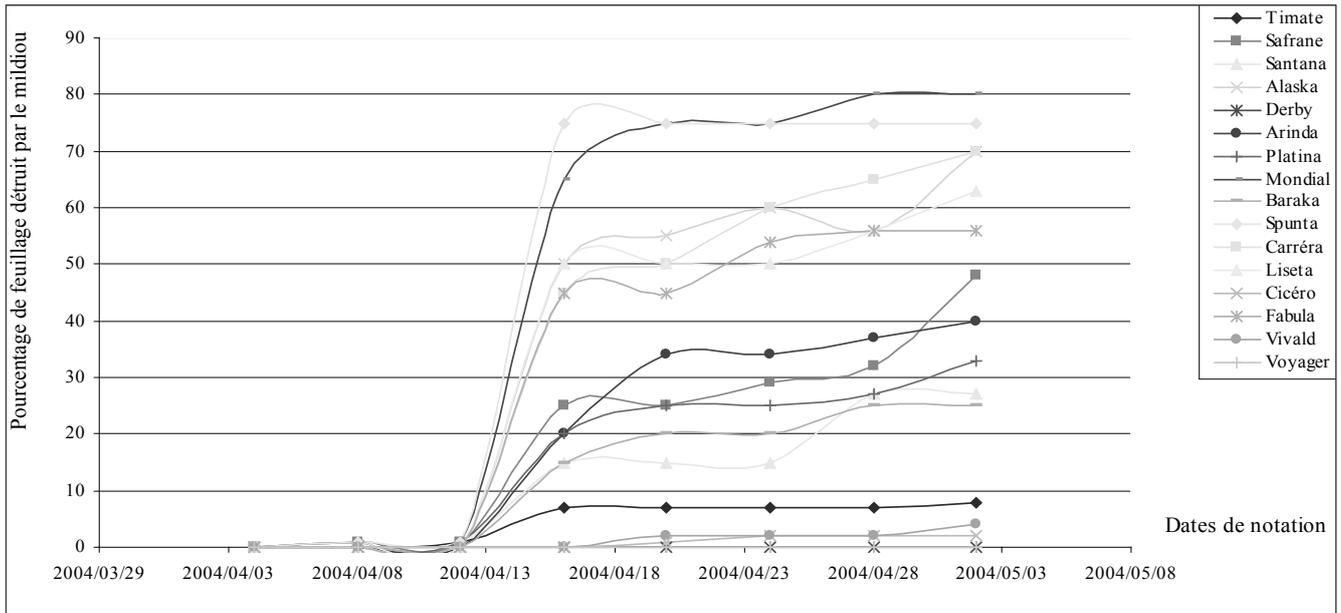


Figure 1: Pourcentages de destruction foliaire en fonction du temps sur les seize variétés de pomme de terre à l'égard du mildiou (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary (=15/4).

testées se sont déroulées durant un mois (période allant de 32 jap à 60 jap, figure 1). En effet, les premières taches de mildiou ont été notées au début du mois d'avril sur les variétés Alaska, Arinda, Baraka, Carrera, Fabula, Liseta, Mondial, Platina, Safrane, Santana, Spunta, Timate et Vivaldi.

La variété Cicéro n'a montré les premiers symptômes de mildiou que vers 15 avril; tandis que Voyager et Derby n'ont présenté que très peu de dégâts durant tout le déroulement de l'essai.

A partir de mi-avril, la pression de la maladie a fortement augmenté sur la majorité des variétés. En effet, les températures clémentes, l'hygrométrie élevée et les précipitations durant les deux dernières semaines d'avril ont contribué favorablement à une épidémie de mildiou sur certaines variétés.

Les variétés Voyager, Cicéro, Vivaldi, Derby et Timate se distinguent par une évolution très lente du mildiou durant toute la période de notation. Les pourcentages de destruction foliaire n'ont pas dépassé 10% dans le pire des cas après un mois de l'apparition

manifeste du mildiou. Alors que les variétés Baraka, Santana, Platina, Arinda et Safrane ont montré des pourcentages de destruction foliaire compris entre 10 et 30% jusqu'au delà de mi-avril. Par contre, les variétés Fabula, Liséta Aleska, Carréra, Spunta et Mondial présentent des taux élevés de feuilles détruites: 45 à 75% à la mi-avril.

Pour caractériser la rapidité de démarrage de l'épidémie, nous utilisons la date de mi-avril qui correspond à une destruction du feuillage comprise entre 0% pour Voyager, Cicéro, Vivaldi et Derby et 75% pour la variété Spunta (Figure 1). Ainsi, les variétés testées pourraient être classées en trois groupes (Tableau 1) en fonction de leur tolérance au mildiou dans les conditions de l'essai: variétés tolérantes dont les pourcentages de destruction foliaire n'ont pas atteint 10%, variétés moyennement sensibles (30%) et variétés sensibles (plus de 30%) au 15 avril.

La sévérité d'attaque sur 7 notations (32 à 60 jap) du mildiou exprimée par les pourcentages de destruction foliaire sur les différents génotypes est évaluée aussi

Tableau 1
Classification en 3 groupes statistiques des variétés testées de pomme de terre selon leur tolérance au mildiou du feuillage à la date du 15 avril

Groupes de variétés	Groupe 1 (variétés tolérantes): Voyager (saine), Derby (saine), Cicéro (saine), Vivaldi et Timate	Groupe 2 (variétés moyennement sensibles): Baraka, Santana, Platina, Arinda, Safrane	Groupe 3 (variétés sensibles): Fabula, Liséta, Carréra, Alaska, Spunta
Caractéristiques épidémiologiques du mildiou sur les groupes variétaux	attaque tardive, avec un retard de 12 jours et une sévérité d'attaque ne dépassant pas 5% de feuilles détruites, exceptée Timate qui a enregistré 10% de destruction foliaire	Attaque assez précoce avec des sévérités d'attaque intermédiaires (15 à 50%), après une apparition de mildiou	attaque très précoce avec une sévérité allant de 40 à 80% de feuilles détruites.

Tableaux 2 a, b et c
Classification des seize variétés de pomme de terre selon leur comportement vis-à-vis du mildiou du feuillage (sévérité d'attaque du feuillage)

Variétés	AUDPC moyen
Derby	0 a
Voyager	0 a
Cicéro	2 a
Vivaldi	44,66 a



a: groupe variétal 1 pour lequel les valeurs de l'AUDPC sont les moins élevées (groupes statistiques a et ab).

Variétés	AUDPC moyen
Timate	146,66 ab
Santana	362,66 b
Baraka	430 bc
Platina	470,66 c
Safrane	555,32 c
Arinda	604 c



b: groupe variétal 2 pour lequel les valeurs de l'AUDPC sont intermédiaires (groupes statistiques b, bc et c).

Variétés	AUDPC moyen
Alaska	846 d
Liséta	970 d
Carréra	1010,66 d
Fabula	1084 d
Spunta	1174 de
Mondial	1184 de



C: groupe variétal 3 pour lequel les valeurs de l'AUDPC sont les plus élevées (groupes statistiques d et de).

NB: plus la valeur de AUDPC est élevée, plus la variété est sensible.

suivant le modèle proposé par Landéo *et al.* (15) et Harahagazwe *et al.* (14). Ainsi, l'analyse statistique des résultats obtenus montre que l'effet variété quant à la sévérité de destruction du feuillage est hautement significatif, (Tableau 2). Les variétés Vivaldi, Derby, Voyager et Cicéro sont marquées par une tolérance élevée, puisque les valeurs de l'AUDPC sont les plus faibles en comparaison avec celles qui ont montré des valeurs élevées comme Alaska, Liséta, Carréra, Fabula, Spunta et Mondial.

En se référant au tableau 2, nous pouvons grouper les variétés étudiées en trois classes qui se montrent

en accord avec celles obtenues à la date du 15 avril, en relation avec les pourcentages de destruction du feuillage. Cette observation précoce permet donc une bonne prévision du résultat final.

2. Rendement total

La figure 2 montre une différence importante entre les rendements moyens totaux des seize variétés testées. La variété Voyager a donné le rendement moyen le plus élevé, suivie de Vivaldi, Cicéro et Santana; alors que les variétés Safrane, Alaska, Liséta ont donné les rendements moyens totaux les plus faibles (soit

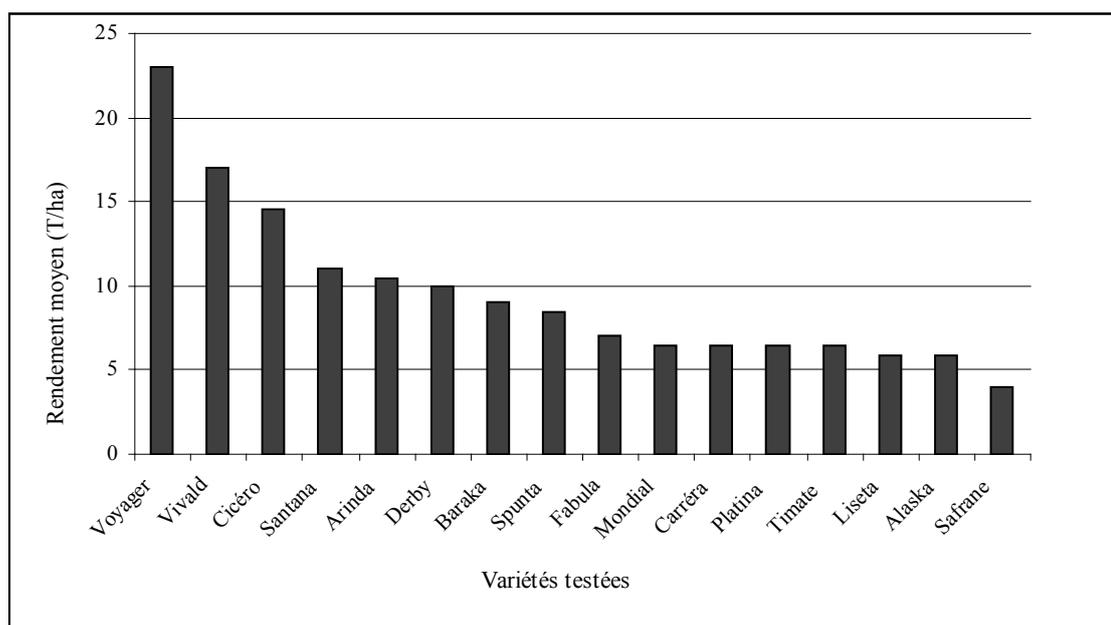


Figure 2: Rendements totaux moyens des seize variétés testées en culture de saison.

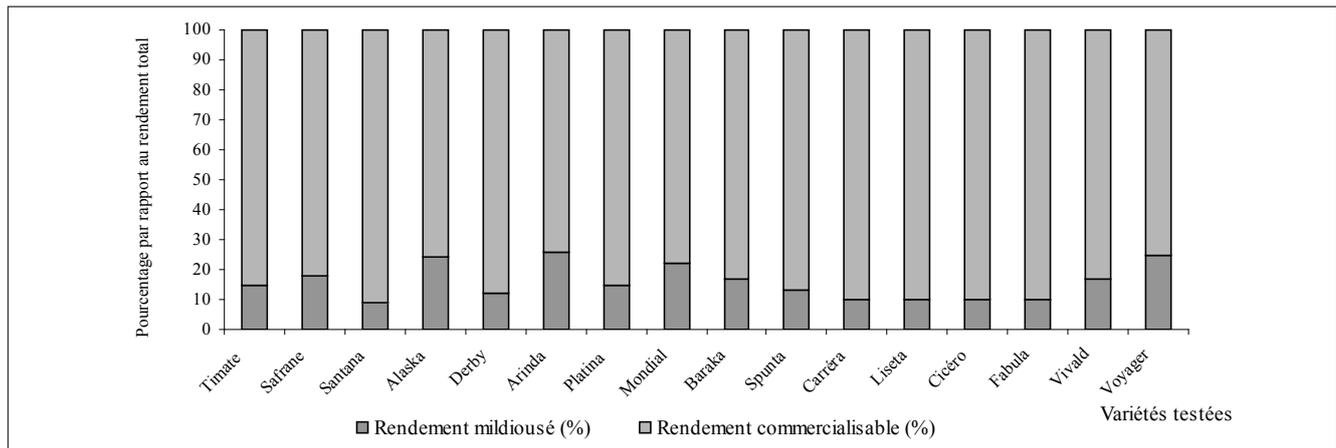


Figure 3 : Répartition des rendements des tubercules infestés et commercialisables des seize variétés testées par rapport aux rendements totaux.

une différence de 18 T/ha par rapport à celui de Voyager). Si nous considérons le rendement moyen total de Spunta (la variété la plus cultivée en Tunisie, plus de 65%) qui est de l'ordre de 8 T/ha dans les conditions de l'essai, nous pourrions conclure que le mildiou a énormément diminué (50%) le rendement de cette variété. En effet, le rendement moyen national enregistré pour Spunta, en culture de saison, est de l'ordre 20 T/ha.

Concernant le rendement des tubercules infectés, l'analyse de la variance indique qu'il n'existe pas de différences significatives entre les différentes variétés testées (Figure 3).

D'une manière générale, les niveaux de contamination des tubercules sont restés relativement faibles pour toutes les variétés par rapport à ceux observés sur feuillage. En effet, le rendement mildioué le plus élevé est de 27% du rendement total; par contre, au niveau du feuillage, la destruction la plus élevée a atteint 80%. Ceci serait probablement dû aux conditions climatiques défavorables à la sporulation du champignon, prévalant de la phase du grossissement des tubercules jusqu'à la sénescence complète du feuillage (du début mai à début juin).

Les résultats obtenus pour Voyager, Cicéro, Vivaldi, Derby et Timate quant au rendement mildioué, confirment les observations d'Andriveau *et al.* (1) qui ont constaté que le degré de contamination des tubercules n'est pas forcément lié à la sévérité d'attaque du feuillage. En effet, il arrive qu'on pourrait observer des attaques importantes des tubercules sur des variétés ayant présenté peu ou pas de symptômes foliaires: cas de Voyager, Derby et Cicéro. Inversement, des attaques sévères sur le feuillage pourraient s'avérer parfois sans conséquences notables sur la contamination de la récolte: cas de Liséta et Carréra. Sur le plan pratique, il demeure important de confectionner des buttes arrondies, avec un volume de terre important qui permet de protéger les tubercules superficiels et évite la stagnation de l'eau de ruissellement et le passage des spores aux tubercules. De plus, certains produits biologiques se

sont avérés efficaces pour limiter les dégâts de mildiou (8, 9, 10). En effet, Dridi *et al.* (8) ont rapporté que la bouillie bordelaise, le Pré-vam et le jus de compost ont induit une inhibition totale de la croissance *in vitro* de *Phytophthora infestans* et ont réduit significativement l'incidence de la maladie *in vivo*.

Discussion

Le mildiou est apparu assez précocement dans la saison sur la majorité des variétés étudiées, soit 31 jours après la plantation. A ce stade, les plantes étaient jeunes et sensibles. Ce résultat concorde avec ceux de Andriveau *et al.* (2, 3), Bruyère (6), Culiez *et al.* (7), Duvauchelle et Andriveau (11), Gaucher (12) et de Stannard et Haccart (16) ayant testé différents cultivars vis-à-vis du mildiou du feuillage.

Le mildiou peut attaquer toutes les variétés quel que soit leur niveau de tolérance, cependant, il existe des variétés moins sensibles que d'autres. En effet, sur les variétés Derby et Voyager, le démarrage de l'épidémie est retardé d'un mois ou plus. D'autres, comme Cicéro, Vivaldi et Timate pourraient retarder le développement de la maladie de douze jours. Sur ces dernières, le mildiou s'est déclaré assez précocement, mais le niveau de destruction foliaire est resté très limité par rapport à celui des variétés sensibles puisqu'il n'a pas dépassé 10% de feuilles détruites dans le pire des cas (Timate). Les variétés Fabula, Liséta, Carréra, Mondial, Spunta, Platina, Safrane, Arinda, Santana et Baraka ont montré un démarrage précoce et rapide de l'épidémie; à partir du huitième jour de l'apparition des premières taches de mildiou sur leurs feuilles.

Plusieurs auteurs comme Andriveau *et al.* (3), Bruyère (6), Culiez *et al.* (7), Duvauchelle et Andriveau (11), Gaucher (12) et Stannard et Haccart (16) ayant testé différents cultivars vis-à-vis du mildiou du feuillage ont noté que toutes les variétés de pomme de terre pourraient être attaquées par le mildiou en cas de maladie déclarée, lorsque les conditions climatiques sont favorables et quand l'attaque se généralise. Il reste que leur comportement vis-à-vis du mildiou - et c'est ici tout l'intérêt de l'emploi des variétés

résistantes - se manifeste par un certain retard du démarrage de l'épidémie qui diffère d'une variété à une autre.

Quant aux rendements, les différences entre variétés pourraient vraisemblablement être liées à plusieurs facteurs intrinsèques et extrinsèques. En effet, une grande partie de la production est anéantie par le mildiou qui s'est déclaré assez précocement (31 jours après la plantation). Ceci est bien marqué notamment pour les variétés ayant montré une forte sensibilité au mildiou du feuillage (Fabula, Mondial, Carréra, Platina, Liséta, Alaska et Safrane).

Seules les variétés ayant présenté une certaine tolérance au mildiou du feuillage ont pu développer un système végétatif assez important, leur conférant une capacité photosynthétique donnant des rendements acceptables (Voyager, Vivaldi et Cicéro). Il est certain que le rendement dépend de la variété, de sa sensibilité de son feuillage au mildiou ainsi d'ailleurs que de la sévérité de l'attaque comme l'ont confirmé Harahagazwe *et al.* (14). Par ailleurs, Bedin et Duvauchelle (4, 5) ont montré qu'en cas d'attaque précoce de mildiou, l'arrêt de croissance et la destruction massive du feuillage conduisent à l'anéantissement de la récolte.

Conclusion

La culture de pomme de terre occupe une grande importance économique et sociale à l'échelle nationale. *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary

affecte négativement le rendement et la qualité de la récolte notamment en productions biologiques.

Quant au comportement variétal vis-à-vis du mildiou du feuillage et celui des tubercules, l'expression de la tolérance varie significativement entre les différentes variétés testées. Voyager, Cicéro, Derby et Vivaldi sont les plus tolérantes au mildiou du feuillage; Fabula, Liséta, Carréra, Spunta, Mondial et Alaska semblent les plus sensibles.

Andrивon *et al.* (1), étudiant les variétés Ackersegen, Bintje, Bf15 et trois autres génotypes, ont conclu comme nous que la résistance au mildiou du feuillage et des tubercules se manifeste essentiellement de manière quantitative plus que par un blocage complet des contaminations.

Par ailleurs, bien qu'utile, la tolérance voire la résistance variétale ne suffit à elle seule pour résoudre notamment le problème des attaques sur tubercules, puisqu'un taux de contamination relativement faible suffit à causer une perte économique très importante compte tenu des coûts de tri. Ceci est confirmé par le rendement des tubercules infestés important chez Voyager (25%), même en l'absence totale de contaminations foliaires.

Les quatre variétés Voyager, Cicéro, Vivaldi et Derby se sont montrées les plus tolérantes au mildiou du feuillage et productrices, elles méritent des essais à grande échelle pour confirmer leurs qualités.

Références bibliographiques

1. Andrивon D., Duvauchelle S., Pellé R. & Ellissèche D., 2002, Mildiou du tubercule: données biologiques et conséquences pour la lutte. La pomme de terre française, 259, 25-27.
2. Andrивon D., Chauvin E.J. & Ellissèche D., 2004a, Résistance au mildiou, nouveaux gènes, anciens problèmes ? La pomme de terre française, 543, 58-59.
3. Andrивon D., Corbière R., Montarry J., Pellé R. & Ellissèche D., 2004b, Variétés résistantes et populations de mildiou. La pomme de terre française, 542, 23-25.
4. Bedin P. & Duvauchelle S., 1994, Stratégie de lutte contre le mildiou de la pomme de terre. La pomme de terre française, 480, 7-11.
5. Bedin P. & Duvauchelle S., 1995, Protection contre le mildiou: la prévention est primordiale. La pomme de terre française, 487, 25-27.
6. Bruyère J., 2006, Pomme de terre en production biologique (dynamique franco-belge sur le mildiou). Potato Planet, 1, 34-38.
7. Culiez L., Bruyère J., Dubois L. & Duvauchelle S., 2003, Tolérance variétale de la pomme de terre au mildiou (Synthèse de quatre années d'études). Phytoma - Défense des végétaux, 558, 12-15.
8. Dridi N., Boughalleb N. & Romdhani M.S., 2008, *In vitro* and *in situ* evaluation of bio-fungicides and compost tea for biocontrol of potato mildew. African Journal of Plant Science and Biotechnology, 2, 2, 67-71.
9. Dubois L. & Duvauchelle S., 2004, Lutte contre le mildiou en agriculture biologique. Essai de traitements fongicides bios. Phytoma- La défense des végétaux, 575, 21-23.
10. Dubois L., Duvauchelle S., Warangot S., Gutman C., Prechonet C., Chatot E., Courbois E. & Brethenoux C., 2004, Raisonner les traitements contre le mildiou de la pomme de terre. MILPV, bilan 2004. L'outil personnalisé. La pomme de terre française, 585, 12-15.
11. Duvauchelle S. & Andrивon D., 2007, Effets du changement climatique: un mildiou plu précoce et plus agressif. Potato planet, 6, 32-37.
12. Gaucher D., 1999, Sensibilité au mildiou: comportement de quelques variétés. La pomme de terre française n° 510, 24-25.
13. Henfling W.J., 1987, Le mildiou de la pomme de terre. La pomme de terre, bulletin d'information technique. Eds CIP, 23-30.
14. Harahagazwe D., Vermeulen J. & Niyomvo A., 1998, Evolution d'un germoplasme européen de pomme de terre dans les conditions écologiques du Burundi. Institut des Sciences Agronomiques de Burundi. Pp. 8.
15. Laudéo J.A., Castélo M. & Forbes G., 1997, Screening for horizontal resistance to late blight in population B. Specialised technology document. Pp. 11.
16. Stannard M. & Haccart C., 2001, Le mildiou ne nous fait pas peur. Groupement des agriculteurs biologiques du Nord-Pas-de Calais. GABNOR, Agric. N° 49.

S. Ferjaoui, Tunisien, Mastère en Protection des Plantes et Environnement, Doctorant à l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis, Tunisie.
Naïma Boughalleb, Tunisienne, Docteur en Phytopathologie, Maître assistante à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Laboratoire de Phytopathologie, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

N. Khamassi, Tunisien, Docteur en agronomie, Maître de recherche à l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunis, Tunisie.

M. M'Hamdi, Tunisien, Docteur en Biotechnologie végétale, Maître assistant à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Laboratoire des Cultures maraîchères et légumières, Tunisie.

M.E. Rhomdani, Tunisien, Docteur en Phytopathologie, Maître de conférences à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Laboratoire de Phytopathologie, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

Caractéristiques de la population de *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces : Distichodontidae) du lac de barrage de Taabo (bassin du Bandama, Côte d'Ivoire). Implications pour une gestion rationnelle du stock

N'G.G. Aliko¹, K.S. Da Costa², Y.M. Dietoa¹, A. Ouattara¹ & G. Gourène¹

Keywords: *Distichodus rostratus*- Taabo man made lake- Bandama- Ivory Coast

Résumé

Des caractéristiques du poisson *Distichodus rostratus* du lac Taabo ont été étudiées en vue d'établir des bases d'une gestion rationnelle du stock. Les spécimens ont été échantillonnés en juillet, octobre et décembre 2006 puis mars et juin 2007. Les analyses ont porté sur la dynamique spatio-temporelle du sex-ratio, de la structure des tailles, des relations longueur-poids et du coefficient de condition. Le sex-ratio global est en faveur des mâles (3,5 :1) et présente une variation saisonnière. La taille des individus varie de 47 à 530 mm LS et une différence significative ($p < 0,05$) est observée entre les spécimens provenant de la partie supérieure du lac (Moy.= 183,09 ± 75,10 mm LS) et ceux de la partie inférieure (Moy.= 110,91 ± 38,30 mm LS). Les individus capturés en période de crue sont de plus grande taille que ceux collectés en période de décrue ($p < 0,05$). La croissance de l'espèce est apparue allométrique positive ($b = 2,98 - 3,33$) dans la quasi-totalité des catégories d'individus. Le coefficient de condition fluctue entre 0,44 et 5,97 et est plus élevé ($p < 0,05$) chez les spécimens de la partie amont (Moy.= 1,92 ± 0,27) comparativement à ceux de la partie aval (Moy.= 1,64 ± 0,41).

Summary

Population Characteristics of *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces: Distichodontidae) in the Taabo Man Made Lake (Bandama Basin, Ivory Coast). Implications for a Rational Management of the Stock

Some characteristics of the fish *Distichodus rostratus* of Taabo lake were studied in order to establish basis of a rational management of the stock. Specimens were sampled in July, October and December 2006 and March and June 2007. Analyses were about the spatio-temporal dynamic of population sex-ratio, size structure, length-weight relationships and condition factor. The global sex-ratio was in favour of the males (3.5 :1) and presented a seasonal variation. Fish size ranged from 47 to 530 mm SL and there was a significant difference ($p < 0.05$) between individuals sampled in the superior part (Mean= 183.09 ± 75.10 mm SL) of the lake and those sampled in the inferior part (Mean= 110.91 ± 38.30 mm SL). Specimens caught during inflow had length widely higher than those caught during drop in the water level ($p < 0.05$). The growth of this species appeared positive allometric in almost all the categories ($b = 2.98 - 3.33$). The condition factor ranged from 0.44 to 5.97 and it was higher for fish collected in the superior part (Mean= 1.92 ± 0.27) than those collected in the inferior one (Mean= 1,64 ± 0.41).

Introduction

La famille des Distichodontidae à laquelle appartient l'espèce *Distichodus rostratus* Günther, 1864 est endémique à l'Afrique (6). En Afrique de l'Ouest, *D. rostratus* est réparti dans la quasi-totalité des bassins. La distribution de l'espèce s'étend depuis le fleuve Sénégal jusqu'au bassin tchadien. Comme les autres espèces du genre, *D. rostratus* est cependant absent des bassins côtiers compris entre le Sud de la Gambie et le bassin du Sassandra. L'espèce est également présente dans le bassin du Nil (6). Le genre *Distichodus* Müller et Troschel, 1845 constitue avec les genres *Labeo* Cuvier, 1817; *Tilapia* Smith, 1840;

Sarotherodon Rüppell, 1852; et *Citharinus* Cuvier, 1817; les principaux groupes taxonomiques auxquels appartiennent la plupart des espèces dulcicoles qui se nourrissent de plantes et de détritus. Dans le cas de *D. rostratus*, des petites Cypéacées, des Liliacées, des racines d'*Eicchornia* et des périphytons sont enregistrés dans le régime alimentaire (2).

Par ailleurs, *D. rostratus* fait l'objet d'une exploitation dans les principaux bassins fluviolacustres de Côte d'Ivoire. En effet, dans le bassin du Bandama, *D. rostratus* constitue une part appréciable de la production débarquée du lac Kossou situé sur le

¹Université d'Abobo-Adjamé, Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA); 02 BP 801, Abidjan 02, Côte d'Ivoire; Tél: (225) 07-619-235; E-mail: gustaliko@yahoo.fr

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Programme Pêche et Aquaculture Continentales (PPAC), 08 BP 33, Abidjan 08, Côte d'Ivoire. Reçu le 23.09.09 et accepté pour publication le 02.02.10.

fleuve Bandama en amont du lac de Taabo (7). Mais, à l'instar de toutes les autres espèces exploitées dans les pêcheries de Côte d'Ivoire, la problématique d'une gestion durable des stocks de cette espèce reste posée.

Relativement à cette préoccupation, la détermination du niveau d'équilibre dans l'exploitation d'un lac de retenue et la prise de décisions d'aménagement nécessaires pour assurer les captures optimales dans le futur exigent une connaissance de la biologie des populations piscicoles. Cette connaissance ne peut être atteinte que par une étude approfondie portant sur la structure des populations, le taux de croissance, les saisons et les lieux de reproduction, les régimes et les habitudes alimentaires des principales espèces (5).

La présente étude s'inscrit dans ce contexte qui est d'acquérir des fondements biologiques et écologiques, en ce qui concerne *D. rostratus*, pour l'aménagement des pêches du lac Taabo.

Matériel et méthodes

1. Milieu d'étude

Le lac Taabo (06° 20' N - 06° 40' N et 5° O - 5°30' O) a été créé en 1978 sur le fleuve Bandama à 195 km de l'embouchure (Figure 1). Ce plan d'eau couvre une superficie de 69 km² à la côte de retenue normale (124 m) avec un volume d'eau stocké de 625.10⁶ m³. Le lac Taabo draine un bassin versant de 58 700 km² et son débit moyen annuel est de 128,7 m³/s. Son régime hydrologique est de type tropical et soumis au climat soudanais. Le lac est aussi régulé par le barrage de Kossou construit, en amont (9). En outre, cet écosystème aquatique est caractérisé par une présence de végétaux aquatiques envahissants couvrant une grande partie de sa superficie. Cinq

stations d'étude ont été retenues suivant le gradient longitudinal du lac: deux dans la partie supérieure, Sahoua et Ahondo, et trois dans la partie inférieure, Taabo cité, Taabo village et Courandjourou (Figure 1).

2. Echantillonnage et analyse des données

Les échantillons de *D. rostratus* ont été collectés en juillet, octobre et décembre 2006, puis en mars et juin 2007, à partir de pêches expérimentales et commerciales. Les spécimens échantillonnés sont mesurés (Longueur Standard: LS) au millimètre près, pesés individuellement au gramme près et disséqués en vue de la détermination du sexe. Les individus juvéniles ont été distingués des adultes sur la base des caractères morphologiques particuliers qu'ils présentent. Il s'agit de la présence des bandes transversales noirâtres de longueurs irrégulières sur les flancs, une tache noire à l'extrémité du pédoncule caudal et une petite tache humérale noire ou orange (6).

Le sex-ratio (SR), défini comme le nombre de mâles (M) pour une femelle (F), a été déterminé selon la formule suivante (8): $SR = M/F$. La distribution des fréquences de taille a été déterminée globalement pour tous les spécimens collectés et, séparément, en considérant les individus provenant des parties supérieure et inférieure du lac. Les relations longueur-poids ont été également définies pour les échantillons ayant un effectif supérieur ou égal à 20 (4) en vue de caractériser la croissance de l'espèce. Ces relations obéissent au modèle de croissance allométrique (4): $P = aLS^b$; où P est le poids du spécimen et LS sa longueur standard. Les paramètres a et b, représentant respectivement le coefficient de proportionnalité et le coefficient allométrique, sont déterminés après une transformation logarithmique de type: $\ln(P) = \ln(a) + b \cdot \ln(LS)$. La valeur de b renseigne sur le type de

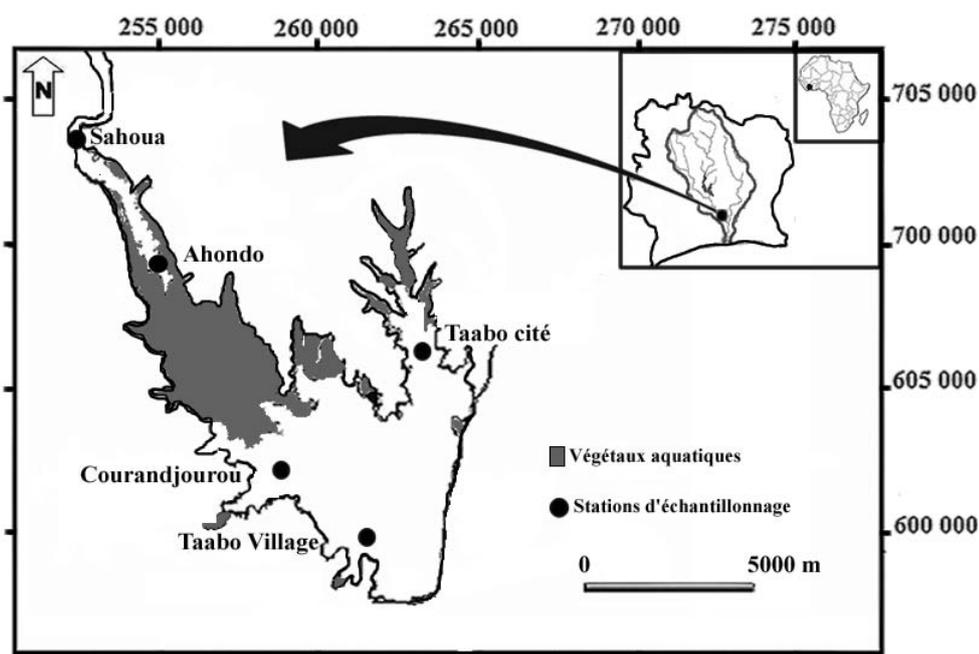


Figure 1: Carte du lac Taabo indiquant les stations d'échantillonnage.

croissance de l'espèce considérée. La croissance est dite isométrique si $b=3$ (la croissance en poids est égale à la croissance en taille) et allométrique si $b \neq 3$ (si $b < 3$ la croissance est allométrique négative c'est-à-dire que la croissance en poids est inférieure à la croissance en taille; si $b > 3$ la croissance est allométrique positive ou la croissance en poids est supérieure à la croissance en taille). Afin de tester si les valeurs de b diffèrent significativement de 3, le test t de Student a été appliqué (14). Le coefficient de condition (K) de chaque spécimen a été calculé selon l'expression suivante (10):

$$K = \frac{103 \times P}{LS^b},$$

où b représente le coefficient allométrique. Les variations spatiales de ces descripteurs ont été analysées en considérant les parties supérieure et inférieure du lac ainsi que les stations d'étude. Au niveau de la dynamique temporelle, les saisons hydrologiques de crue et de décrue ont été adoptées. Ces dernières ont été déterminées à partir des relevés des côtes de l'eau. Ainsi, les mois de juin et octobre correspondent à des périodes de crue tandis que ceux de juillet, mars et décembre se situent dans des phases de décrue. Les tests d'ANOVA et de Student, effectués à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1, ont été utilisés pour la comparaison des différentes catégories d'individus analysés.

Résultats

1. Sex-ratio de la population de *D. rostratus*

Les échantillonnages ont permis de récolter 402 spécimens de *D. rostratus* dont 268 dans la partie supérieure du lac et 134 dans la partie inférieure. Sur l'ensemble des individus collectés, 78 mâles et 22 femelles ont été identifiés. Ces effectifs correspondent à un sex-ratio de 3,5: 1 soit 3,5 mâles pour une femelle. En considérant les zones écologiques, les effectifs enregistrés par sexe dans la partie supérieure sont de 71 mâles et 21 femelles, soit un sex-ratio de 3,4: 1. Dans la partie inférieure du lac, 7 mâles et une femelle ont été identifiés; ce qui représente un sex-ratio de 7: 1. Au niveau des stations d'échantillonnage, on note que 39 mâles et 15 femelles ont été collectés à Sahoua, soit un ratio de 2,1: 1. A Ahondo, le rapport mâles/femelles est de 5,3: 1, représentant des effectifs de 32 mâles et 6 femelles. Aux stations de Taabo cité et Taabo village, seuls 3 et 2 mâles ont été respectivement identifiés parmi les individus dont le sexe a été déterminé. Enfin, à Courandjourou, 2 mâles et une femelle ont été rencontrés. La variation saisonnière du sex-ratio dans l'ensemble de l'écosystème indique qu'en période de crue, 32 mâles ont été échantillonnés tandis qu'aucune femelle n'a été rencontrée. En période de décrue, 46 mâles et 22 femelles ont été collectés, soit un ratio de 2,1: 1 (Tableau 1).

2. Structure des tailles des spécimens

Les spécimens de *D. rostratus* échantillonnés dans le lac Taabo ont des tailles variant de 47 (Taabo village) à 530 (Sahoua) mm LS avec une moyenne (\pm écart type) de $159,03 \pm 73,51$ mm LS. L'analyse globale des fréquences de tailles des spécimens indique un mode de 140 mm LS. Pour les individus provenant de la partie supérieure du lac, la taille moyenne est de $183,09 \pm 75,10$ mm LS et la taille modale de 170 mm LS. Concernant les spécimens collectés dans la partie inférieure du réservoir, la taille moyenne est de $110,91 \pm 38,30$ mm LS. La distribution des fréquences de tailles de ces poissons indique deux valeurs modales: 60 et 115 mm LS. Les tailles des spécimens provenant de ces deux parties du lac diffèrent significativement (Test t de Student, $t=10,46$; $dl=400$; $p < 0,05$) (Figure 2). Au niveau des stations, les tailles moyennes enregistrées sont de $190,69 \pm 91,44$ mm LS à Sahoua; $177,71 \pm 60,73$ mm LS à Ahondo; $105,73 \pm 39,76$ mm LS à Taabo cité; $80 \pm 26,79$ mm LS à Taabo village et $141,02 \pm 15,41$ mm LS à Courandjourou. Ces tailles enregistrées dans les différents habitats diffèrent significativement les unes des autres (ANOVA et test post hoc de Fisher, $p < 0,05$) à l'exception des différences entre les tailles obtenues, d'une part, aux stations de Sahoua et Ahondo et d'autre part de Taabo cité et Taabo village.

L'analyse des tailles des juvéniles et des adultes montre que les gammes de variation respectives sont de 47 – 95 mm LS et 98 – 530 mm LS. La taille moyenne enregistrée est de $73,82 \pm 11,56$ mm LS chez les juvéniles et de $179,22 \pm 67,24$ chez les adultes. La différence de taille entre ces deux catégories est significative (Test t de Student, $t=13,69$; $dl=400$ $p < 0,05$). Selon le sexe des individus, les tailles enregistrées varient de 100 à 485 mm LS chez les mâles et de 138 à 530 mm LS chez les femelles. Les tailles moyennes sont de $235 \pm 86,18$ et $195,73 \pm 87,27$ mm LS respectivement pour les mâles et les

Tableau 1
Variations spatio-temporelles du sex-ratio dans la population de *Distichodus rostratus* du lac Taabo; n: nombre d'individus, M: nombre de mâles, F: nombre de femelles

Catégorie	n	M	F	Sex-ratio (M : F)
Lac	100	78	22	3,5 : 1
Partie supérieure	92	71	21	3,3 : 1
Partie inférieure	8	7	1	7 : 1
Sahoua	54	39	15	2,1 : 1
Ahondo	38	32	6	5,3 : 1
Taabo cité	3	3	-	-
Taabo village	2	2	-	-
Courandjourou	3	2	1	2 : 1
Crue	32	32	-	-
Décrue	68	46	22	2,1 : 1

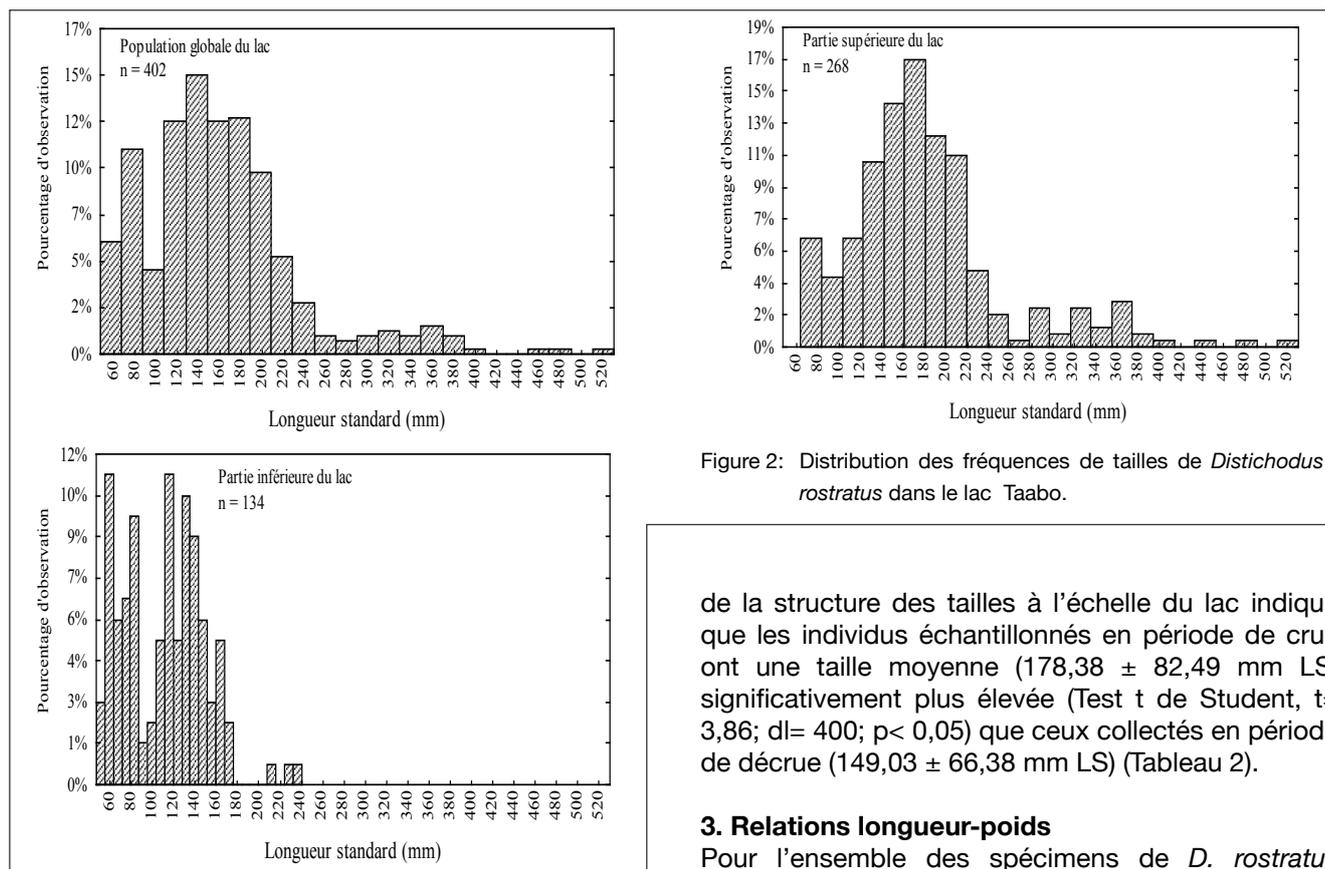


Figure 2: Distribution des fréquences de tailles de *Distichodus rostratus* dans le lac Taabo.

de la structure des tailles à l'échelle du lac indique que les individus échantillonnés en période de crue ont une taille moyenne ($178,38 \pm 82,49$ mm LS) significativement plus élevée (Test t de Student, $t = 3,86$; $dl = 400$; $p < 0,05$) que ceux collectés en période de décrue ($149,03 \pm 66,38$ mm LS) (Tableau 2).

3. Relations longueur-poids

Pour l'ensemble des spécimens de *D. rostratus* échantillonnés au lac Taabo, le coefficient allométrique global est de 3,07. La ségrégation des échantillons par zone écologique définie donne des valeurs de 3,04 et 3,11; respectivement, pour la partie supérieure et la

femelles. Ce paramètre ne varie pas significativement entre les deux sexes (Test t de Student, $t = 1,89$; $dl = 98$; $p > 0,05$) (Tableau 2). La dynamique saisonnière

Tableau 2
Statistiques descriptives relatives à la taille (LS) et au poids des spécimens de *Distichodus rostratus* et paramètres des relations longueur-poids de différentes catégories d'individus

Catégorie	n	Longueur standard (mm)			Poids (g)			Paramètres de croissance				Type de croissance
		Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	a (*E-05)	b	Es (b)	r ²	
Lac	402	47	530	159,03	7	4000	161,04	1,51	3,07	0,032	0,983	A+
Partie supérieure	268	64	530	183,09	7	4000	221,87	1,719	3,04	0,029	0,979	A+
Partie inférieure	134	47	240	110,91	7	298	40,3	1,259	3,11	0,036	0,971	A+
Sahoua	109	64	530	190,69	7	4000	282,23	1,626	3,06	0,017	0,992	A+
Ahondo	157	76	450	177,71	10	2500	179,42	1,893	3,02	0,039	0,96	A+
Taabo cité	60	60	240	105,73	7	298	38,66	2,16	2,99	0,015	0,986	A-
Taabo village	31	47	134	80	7	53	14,13	6,212	3,25	0,044	0,96	A+
Courandjourou	42	108	172	141,02	26	107	60,12	6,219	2,98	0,011	0,893	A-
Juvéniles	79	47	95	73,82	7	20	11,26	0,503	3,33	0,016	0,943	A+
Adultes	323	98	530	179,22	19	4000	194,91	1,657	3,05	0,04	0,958	A+
Mâles	78	100	485	235	24	2500	429,79	1,172	3,12	0,013	0,99	A+
Femelles	22	138	530	195,73	50	4000	324,54	0,952	3,15	0,019	0,982	A+
Crue	135	47	485	178,38	7	2500	228,11	0,857	3,17	0,044	0,984	A+
Décru	267	60	530	149,03	7	4000	126,87	2,289	2,99	0,023	0,984	A-

n: nombre d'individus, a : constante de proportionnalité, b: coefficient allométrique, Es: erreur sur b, r²: coefficient de détermination, I: croissance isométrique, A+: croissance allométrique positive, A-: croissance allométrique négative

partie inférieure du lac. Le test t de Student montre que la croissance de l'espèce apparaît allométrique positive quand la population est considérée dans son ensemble. Il en est de même dans chaque zone écologique. Au niveau des stations d'étude, le coefficient allométrique prend la valeur de 3,06 à Sahoua; 3,02 à Ahondo, 2,99 à Taabo cité; 3,25 à Taabo village et 2,98 à Courandjourou. Pour ces valeurs obtenues dans les différents habitats prospectés, le test de Student indique une croissance allométrique positive à Sahoua, Ahondo et Taabo village. A Taabo cité et Courandjourou une croissance allométrique négative est enregistrée (Tableau 2).

Par ailleurs, l'analyse des relations longueur-poids révèle que les juvéniles (b= 3,33) et les adultes (b= 3,05) présentent une croissance allométrique positive. Le même type de croissance est observé chez les mâles (b= 3,12) et les femelles (b= 3,15) (Tableau 2). La dynamique saisonnière du coefficient allométrique indique qu'à l'échelle du lac, la croissance de *D. rostratus* est apparue allométrique positive en période de crue (b= 3,17) et allométrique négative en période de décrue (b= 2,99) (Tableau 2).

4. Coefficient de condition des spécimens

Le coefficient de condition des spécimens de *D. rostratus* échantillonnés dans le lac Taabo varie de 0,44 (Ahondo) à 5,97 (Courandjourou) avec une moyenne de 1,79 ± 0,33. Dans la partie supérieure de cet écosystème, le coefficient de condition moyen

est de 1,92 ± 0,27. Concernant la partie inférieure, la moyenne enregistrée pour ce paramètre est de 1,64 ± 0,41. Le test t de Student montre que l'état d'embonpoint des poissons est significativement plus élevé dans la partie supérieure, comparativement à la partie inférieure (t= 8,26; dl= 395; p< 0,05) (Figure 3). Au niveau des stations, les moyennes obtenues sont de 1,85 ± 0,25; 2,02 ± 0,29; 2,17 ± 0,28; 1,12 ± 0,19 et 3,73 ± 0,38 respectivement à Sahoua, Ahondo, Taabo cité, Taabo village et Courandjourou. Ces moyennes diffèrent significativement les unes des autres (ANOVA et test post hoc de Fisher, p< 0,05). Le coefficient de condition moyen des spécimens capturés à Courandjourou est le plus élevé.

Les analyses révèlent également que la valeur moyenne obtenue chez les adultes (1,87 ± 0,34) est significativement plus élevée que celle des juvéniles (1,08 ± 0,14) (Test t de Student, t= -19,70; dl= 391; p< 0,05). De plus, entre les mâles et les femelles, il existe une différence significative de l'état d'embonpoint (Test t de Student, t= 4,30; dl= 97; p< 0,05). Le coefficient de condition moyen est de 1,57 ± 0,20 chez les mâles et 1,37 ± 0,17 chez les femelles (Figure 3). L'analyse saisonnière suivant le régime hydrologique du lac indique que le coefficient de condition des poissons ne varie pas de façon significative (Test t de Student, t= -1,47; dl= 395; p> 0,05) quand on passe de la crue (Moy.= 1,76 ± 0,27) à la décrue (Moy.= 1,81 ± 0,35) (Figure 3).

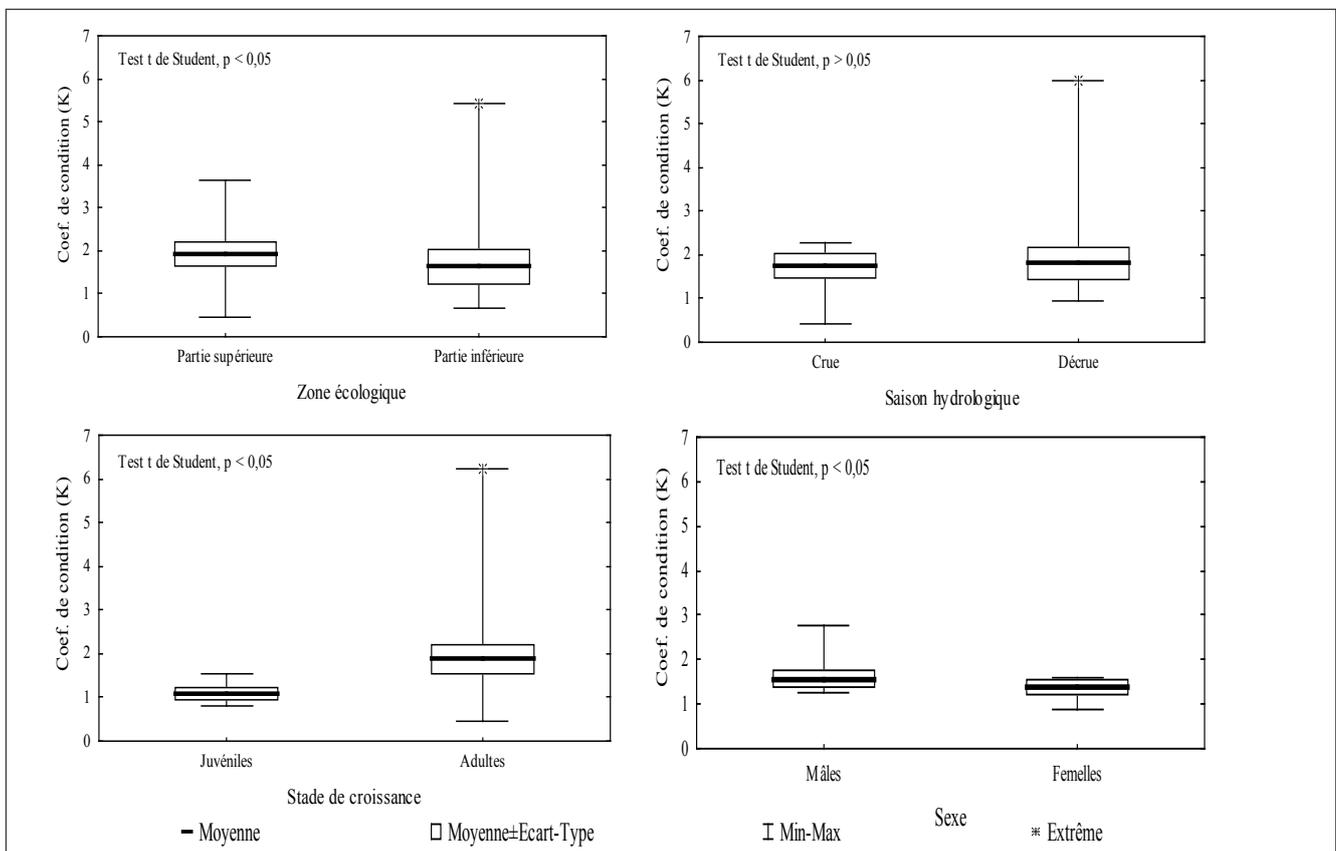


Figure 3: Comparaison des coefficients de condition de différentes catégories d'individus de *Distichodus rostratus* dans le lac Taabo.

Discussion

L'espèce *D. rostratus* a été plus rencontrée dans la partie supérieure du lac par rapport à la partie inférieure. Cette observation pourrait être mise en relation avec l'écologie alimentaire de l'espèce. En effet, la présence très marquée de végétaux aquatiques dans la partie supérieure du lac constitue d'importantes ressources alimentaires pour ce poisson. Ce milieu pourrait ainsi représenter un habitat préférentiel pour l'espèce compte tenu de son régime herbivore (2). Cette observation corrobore les indications selon lesquelles la recherche de nourriture est un facteur déterminant dans le choix de l'habitat (11).

Le sex-ratio de la population est en faveur des mâles et la proportion de ces derniers est plus importante en période de crue qu'en saison de décrue. Cette variation selon le régime hydrologique du lac pourrait être mise en relation avec les stratégies de reproduction de l'espèce. En effet, en région tropicale, la plupart des espèces de poissons entament leur reproduction avec la montée du niveau des eaux des lacs pour profiter des conditions favorables de nourriture et de reproduction (13). Ainsi, la saisonnalité du sex-ratio de *D. rostratus* serait une adaptation de ses stratégies de reproduction au régime hydrologique du lac. La prédominance des mâles en période de crue, probable période de reproduction de *D. rostratus* pourrait s'expliquer par le fait qu'ils seraient plus actifs à ce moment précis. Ces mâles deviendraient par conséquent plus représentés dans les échantillonnages et le sex-ratio serait largement en leur faveur.

De façon générale, les spécimens capturés dans la partie supérieure du lac présentent des tailles supérieures à celles des individus échantillonnés dans la partie inférieure. Cette différence serait liée aux exigences bio-écologiques de l'espèce qui pourraient varier des juvéniles, plus abondants dans la partie inférieure du lac, aux adultes plus rencontrés dans la partie supérieure. En effet, la partie supérieure du lac présente une importante zone d'inondation qui constitue des frayères potentielles pour *D. rostratus*. Cette hypothèse est soutenue par des auteurs qui ont noté des migrations de reproduction chez *D. rostratus* dans le lac Tchad (1). Pour les différentes catégories d'individus, la valeur du coefficient allométrique varie de 2,98 à 3,33. Cette gamme de variation est conforme à celle habituellement rapportée et admise par la littérature ($b = 2,5 - 3,5$) (12). La croissance de l'espèce est apparue, en général, allométrique positive. Ces résultats corroborent ceux de travaux

antérieurs qui indiquent un coefficient allométrique de 3,05 pour *D. rostratus* de la rivière Mouhoun (hauts-bassins de la Volta) (3). On note également que le coefficient de condition des spécimens provenant de la partie supérieure du lac est plus élevé que celui des spécimens de la partie inférieure. Ceci serait probablement une conséquence de la prédominance des adultes dans la partie amont du milieu. Cette hypothèse semble se confirmer par le fait que le facteur de condition des adultes est supérieur à celui des juvéniles. Par ailleurs, ce paramètre est plus élevé chez les mâles comparativement aux femelles. Ces résultats corroborent l'idée selon laquelle le coefficient de condition est une expression de l'influence de facteurs physiologiques (8). En effet, les importantes inégalités constatées entre le facteur pondéral des adultes et celui des juvéniles serait liées à des facteurs physiologiques telles que la capacité pour les adultes d'accumuler une plus grande réserve énergétique par rapport aux juvéniles. Dans le cas des différences entre mâles et femelles, il pourrait s'agir de dimorphisme sexuel ou de processus de reproduction.

Conclusion

Cette étude a permis de caractériser la population du poisson *D. rostratus* du lac de barrage de Taabo. Il apparaît que le sex-ratio est fortement en faveur des mâles et ce paramètre présente une saisonnalité marquée. De plus, la taille et le coefficient de condition des individus provenant de la partie supérieure du lac sont plus élevés que ceux de la partie inférieure. La variation saisonnière des tailles est significative, contrairement à celle du coefficient de condition. On note également que l'espèce présente, en général, une croissance allométrique positive. Ces résultats constituent des données préliminaires à l'étude de l'espèce *D. rostratus* qui devrait aider à développer des stratégies d'une gestion durable de la pêche de ce poisson dans le lac Taabo.

Remerciements

Nous adressons nos remerciements au Comité pour la Coopération Scientifique et Technologique [COMSTECH] de l'Organisation de la Conférence Islamique (Islamabad, Pakistan) et à la Fondation Internationale pour la Science [IFS/FIS] (Stockholm, Sweden) qui ont financé cette étude à travers le Projet Challenge Program CGIAR/FIS-CNRA N° A/4007-1.

Références bibliographiques

1. Bénech V. & Quensièrre J., 1985, Stratégies de reproduction des poissons du Tchad en période de « Tchad Normal », (1966-1971). *Rév. Hydrobiol. Trop.* **18**, 3, 227-244.
2. Bowen S.H., 1988, Detritivory and herbivory. *In: Biology and ecology of African freshwater fishes.* Lévêque C., Bruton M.N. & G.W. Ssentongon (eds). Paris ORSTOM, 243-250.
3. Coulibaly N.D., 2003, Length-weight relationships of 11 fish species of Burkina Faso. p. 20-22. *In: Fish biodiversity: local studies as basis for global inferences.* Palomares M.L.D., Samb B., Diouf T., Vakily J. M. & Pauly D. (eds). ACP-EU Fish. Res. Rep. 14, 281 p.
4. Ecoutin J.M., Albaret J.J. & Trape S., 2005, Length-weight relationships for fish populations of a relatively undisturbed tropical estuary: The

- Gambia. Fisheries Research, 72, 347-351.
5. FAO, 1996, Etat de connaissances sur les pêcheries continentales ivoiriennes. Rapport de projet, 135 p.
 6. Gosse J-P. & Coenen E.J., 1990, Distichodontidae. In: Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest, Tome I. Lévêque C. Paugy D. & Teugels G.G. (éds). MRAC (Tervuren) & ORSTOM (Paris), Collection faune Tropicale, 28, 237-260.
 7. Gourène G., Teugels G.G., Hugueny B. & Thys van den Audenaerde D.F.E., 1999, Evaluation de la diversité ichtyologique d'un bassin ouest-africain après la construction d'un barrage. *Cybium*, 23, 2, 147-196.
 8. Kartas F. & Quignard J.-P., 1984, La fécondité des poissons téléostéens. Masson (Collection biologie des milieux marins 5), Paris, 117 p.
 9. Kouassi K.L., 2007, Improvement of the assessment method of the main terms of the hydrological balance of the hydroelectric dam lakes of Ivory Coast in a high hydropluviometric fluctuations context: case of Taabo Lake. *European Journal of Scientific Research*, 19, 1, 71-84.
 10. Le Cren E.D., 1951, Length-weight relationships and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, Oxford, 20, 201-219.
 11. Lévêque C., 1995, L'habitat: être au bon endroit au bon moment ? *Bull. fr. Pêche Pisc.* 9-20, 337-339.
 12. Pauly D., 1997, Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques, CEPADUES (éd). Toulouse, 288 p.
 13. Welcomme R.L., 1985, River fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 262, 330 p.
 14. Zar J.H., 1999, *Biostatistical Analysis*. 4th Edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 662 p.

N'G.G. Aliko, Ivoirien, DEA en Sciences et gestion de l'environnement, option: Ecologie et aménagement des écosystèmes aquatiques à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

K.S. Da Costa, Ivoirien, Doctorat en Sciences et gestion de l'environnement à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Y.M. Dietoa, Ivoirien, Doctorat en Sciences et gestion de l'environnement à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire, Enseignant-Chercheur, Maître de conférences.

A. Ouattara, Ivoirien, Doctorat en sciences à l'UCL, Belgique. Enseignant-Chercheur, Maître de conférences à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

G. Gourène, Ivoirien, Doctorat en Sciences agronomiques (Ichtyologie appliquée) à l'Institut National Polytechnique de Toulouse, France. Enseignant-Chercheur, Professeur Titulaire, Directeur au Laboratoire d'environnement et de biologie aquatique, Vice-président de l'Université chargé de la Recherche et de l'Académie à l'Université d'Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Effets du type et de la position de l'explant sur l'induction de cals chez le gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus)

F. Haouala^{1*}, Nadia Farhat² & L. Chabchoub³

Keywords: Gerbera- Callus- Leaf- Floral peduncle- Tunisia

Résumé

La callogenèse chez le gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus 'Fredigor') est induite à partir de fragments de feuilles ou de segments de pédoncules floraux sur un milieu contenant du 2,4-D 1 mg.l⁻¹ et de la BA 1 mg.l⁻¹. Le taux de callogenèse est supérieur pour les explants foliaires. L'endroit de prélèvement de l'explant sur l'organe influe ce taux qui est plus élevé pour les explants apicaux. Pour les deux types d'explant, les cals présentent une bonne croissance, sont compacts, noduleux et crémeux uniquement sur les milieux de culture contenant une auxine (2,4-D) et une cytokinine (BA ou kinétine). La masse de matière fraîche des cals dépend du milieu de callogenèse, du type et de la position de l'explant.

Summary

Effects of Explant Kind and Position on Calli Induction in Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus)

Callogenesis in gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus 'Fredigor') was successfully induced from leaves and floral peduncles on a medium containing 1 mg.l⁻¹ 2,4-D and 1 mg.l⁻¹ BA. Explant source and position had clear effects on callogenesis rate. This was higher for leaf explants and apical positions. Calli growth was good for the two kinds of explants. Calli were compact, nodulous and creamy only on media containing auxin (2,4-D) and cytokinin (BA or kinetin). Fresh weight of calli depends of callogenesis medium, explants source and position.

Introduction

Le gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) est une espèce florale, originaire d'Afrique du Sud et d'Asie, très appréciée pour la qualité de ses capitules et utilisée pour la fleur coupée et les potées fleuries. Elle présente actuellement un important intérêt commercial et est cultivée partout dans le monde. La multiplication du gerbera par les méthodes conventionnelles est confrontée à de nombreux problèmes, notamment phytosanitaires. En effet, cette espèce peut être attaquée par plusieurs maladies particulièrement *Phytophthora cryptogea*. De plus, la multiplication végétative traditionnelle par bouturage ou par division de touffes est lente et se fait à un taux assez faible (12). La multiplication sexuée reste limitée en raison d'une faculté germinative courte des graines (1 à 2 mois) (14), d'une forte hétérozygotie et du temps assez long que la plante met pour fleurir. D'autre part, la variabilité génétique chez le genre *Gerbera* étant relativement limitée, le potentiel d'obtention de nouvelles couleurs ou de résistance aux stress biotiques ou abiotiques est également faible (9). Ainsi, la régénération de bourgeons adventifs à partir de cals peut être exploitée à la fois pour la multiplication végétative de type conforme de cette espèce et pour l'obtention d'une variabilité génétique pouvant aboutir à un matériel végétal nouveau. Les techniques de mise en culture, de multiplication et d'enracinement

ont été décrites par plusieurs auteurs (4, 5, 6, 8, 12) et l'activité callogène peut avoir lieu à partir de divers types d'explants: feuilles (1, 3, 10), pétales (2) ou fragments de capitule (11, 13).

L'objectif du présent travail est d'étudier la callogenèse chez le gerbera à partir d'explants foliaires et pédonculaires prélevés à différentes positions sur ces organes.

Matériel et méthodes

L'étude porte sur le clone de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) 'Fredigor'. Les explants sont prélevés à partir de feuilles et de pédoncules floraux vigoureux présentant un état sanitaire sain, sans nécroses, et prélevés sur des plantes-mères cultivées sous abri-serre plastique. La désinfection des explants est faite d'abord par trempage dans une solution d'alcool 90° pendant 5 minutes puis transférés dans une solution de chlorure de mercure pendant 5 minutes. Les explants sont ensuite trempés dans l'eau de javel pendant 15 minutes puis rincés 3 fois à l'eau distillée stérilisée. Le milieu de culture est celui de Murashige et Skoog (MS) (7) additionné de différentes hormones de croissance de façon à avoir les milieux de callogenèse suivants:

M1= milieu MS

M2= milieu MS + 2,4-D 1 mg.l⁻¹

¹Département des Sciences Horticoles et du Paysage, Institut Supérieur Agronomique 4042 Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

²Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, 1002 Tunis Belvédère, Tunisie.

³Station d'Appui de Manouba, 2010 Manouba, Tunisie.

*Auteur correspondant : Téléphone: (+216) 98 33 87 45 E-mail:faouzi.haouala@laposte.net

Reçu le 29.10.09 et accepté pour publication le 02.02.10.

Abréviations: BA: Benzyl-adénine; 2,4-D: 2-4 acide Dichloro-phénoxyacétique; Kin: kinétine.

M3= milieu MS + 2,4-D 0,5 mg.l⁻¹ + Kin 0,5 mg.l⁻¹
 M4= milieu MS + 2,4-D 1 mg.l⁻¹ + BA 1 mg.l⁻¹
 M5= milieu MS + 2,4-D 1 mg.l⁻¹ + BA 0,5 mg.l⁻¹ + Kin 0,5 mg.l⁻¹

Les milieux de culture sont solidifiés en ajoutant l'agar-agar à raison de 6,6 g.l⁻¹ et leur pH est ajusté à 5,8. Les explants foliaires sont coupés en morceaux de 5 mm de côté et prélevés des positions apicale, médiane ou basale sur la feuille. Les explants de pédoncules floraux sont coupés en segments de 5 mm de longueur et prélevés également selon une position apicale, médiane ou basale sur le pédoncule floral. Les explants sont placés individuellement en tubes à essai en verre pyrex de 20 mm de diamètre et 20 cm de longueur. Les cultures sont placées en phytotron à une température de 27-28 °C et à l'obscurité pendant 5 semaines pour favoriser la formation et la croissance des cals (3). Chaque traitement comporte 48 explants.

Résultats

1. Callogenèse à partir de feuilles

L'initiation de cals sur les explants foliaires est stimulée par la présence d'hormones de croissance dans le milieu. La formation de cal commence dès la 3^{ème} semaine de culture (Tableau 1). L'incubation des explants sur le milieu M1 dépourvu d'hormones se solde par une absence totale d'activité cellulaire durant toute la période de culture et par la présence de nécroses sur la totalité des explants. Le milieu M1 n'est donc pas susceptible d'induire des cals à partir des feuilles. L'addition du 2,4-D 0,5 à 1 mg.l⁻¹ au milieu de culture, seul ou en association avec BA et/ou Kin, a permis l'induction de cals, à des taux différents, sur la majorité des explants. La présence de 2,4-D dans le milieu de culture (milieu M2) permet de donner,

après 4 semaines, un taux très faible de cal (18%). De plus, les cals sont friables, de couleur brunâtre et leur croissance est moyenne. Ils sont compacts, noduleux, crémeux et présentent une très bonne croissance sur les milieux contenant une association d'auxine et de cytokinine (milieux M3 et M4).

Pour ces milieux, les feuilles deviennent le siège d'une activité callogène très intense et généralisée. Quelque soit le milieu, l'activité callogène ne se déclenche qu'à partir de la troisième semaine de culture. La nature de la cytokinine a un effet sur la formation de cals. Ainsi, en présence de BA (milieu M4), le taux de callogenèse est plus élevé (82%) qu'en présence de kinétine (milieu M3) (66%). D'autre part, la combinaison du 2,4-D 1 mg.l⁻¹ + BA 0,5 mg.l⁻¹ + Kin 0,5 mg.l⁻¹ (milieu M5) se révèle plus favorable à la callogenèse (83,8%), cependant, la croissance du cal est moyenne, a une structure friable et se trouve dispersé sur toute la surface de l'explant. A la 5^{ème} semaine de culture, nous avons pu déterminer le comportement callogène des explants selon leurs positions sur la feuille ainsi que la masse de matière fraîche des cals. Quelque soit le milieu utilisé, le taux de callogenèse augmente en allant de la position basale à la médiane et à l'apicale (Tableau 2). Pour cette dernière, ce sont les milieux M4 et M5 qui paraissent les plus favorables à l'induction de cals.

La masse de matière fraîche des cals dépend du milieu de callogenèse et de la position de l'explant (Figure 1). En effet, cette masse est la plus élevée sur le milieu M4 (92 mg) et la plus faible sur le milieu M2 (50 mg). Sur les milieux M3 et M5, la masse moyenne des cals est comparable et est de 68 mg. Sur tous les milieux de culture, ce paramètre augmente en allant de la position apicale à la basale et à la médiane. Ainsi, sur le milieu M4, les masses respectives des cals sont de 79, 91 et 100 mg.

Tableau 1

Pourcentage de callogenèse chez des fragments de feuilles de gerbera (*Gerbera jamesonii* 'Fredigor') cultivés sur les milieux M2 (MS + 2,4-D), M3 (MS + 2,4-D + Kin), M4 (MS + 2,4-D + BA) et M5 (MS + 2,4-D + BA + Kin)

Durée de la culture	M2	M3	M4	M5
Semaine 3	9 ± 0,8 a	50 ± 3,7 b	50 ± 3,5 b	41,6 ± 2,7 c
Semaine 4	18,2 ± 1,6 d	58,3 ± 4,2 e	72,7 ± 6,1 fg	75 ± 6,4 fg
Semaine 5	18,2 ± 1,6 d	66,6 ± 5,4ef	81,8 ± 6,8 g	83,8 ± 6,9 g

Nombre d'explants par traitement : 48.

Les valeurs, avec intervalles de sécurité, suivies de lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

Tableau 2

Effet de la position de l'explant sur le pourcentage de callogenèse chez des fragments de feuilles de gerbera (*Gerbera jamesonii* 'Fredigor') cultivés pendant 5 semaines sur les milieux M2 (MS + 2,4-D), M3 (MS + 2,4-D + Kin), M4 (MS + 2,4-D + BA) et M5 (MS + 2,4-D + BA + Kin)

Position de l'explant	M2	M3	M4	M5
Apicale	0	25,0 ± 2,0 ad	34,3 ± 2,6 b	35,4 ± 2,7 b
Médiane	18,2 ± 1,6 c	21,4 ± 1,8 ace	31,2 ± 2,4 bd	27,3 ± 2,3 d
Basale	0	20,2 ± 1,6 e	16,3 ± 1,8 f	21,1 ± 1,9 ae

Nombre d'explants par traitement: 16.

Les valeurs, avec intervalles de sécurité, suivies de lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

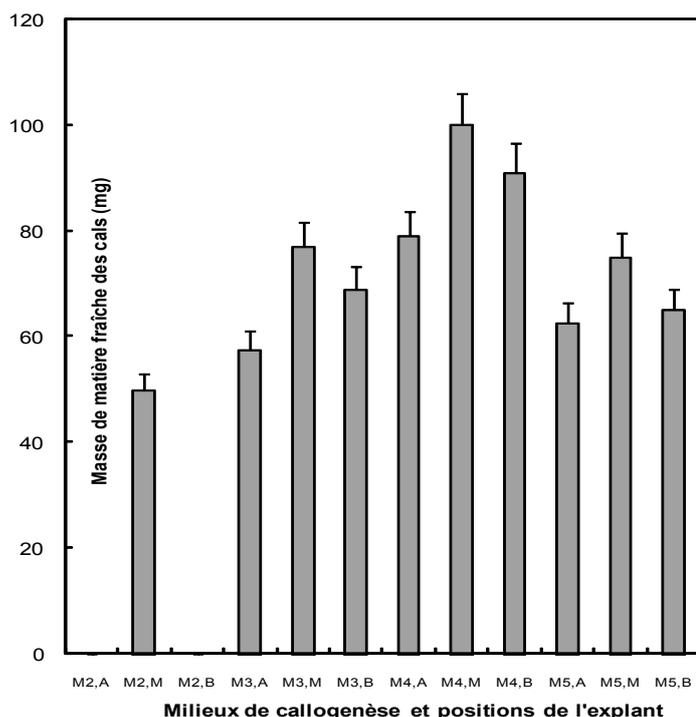


Figure 1: Masse de matière fraîche des cals issus de fragments de feuilles de gerbera (*Gerbera jamesonii* 'Fredigor') prélevés des positions apicale (A), médiane (M) ou basale (B) sur l'organe et cultivés pendant 5 semaines sur les milieux M2 (MS + 2,4-D), M3 (MS + 2,4-D + Kin), M4 (MS + 2,4-D + BA) et M5 (MS + 2,4-D + BA + Kin).

2. Callogenèse à partir de pédoncules floraux

Sur les milieux M1 (témoin), M2 (2,4-D) et M5 (2,4-D+BA+Kin), aucune activité cellulaire n'a été enregistrée après 5 semaines de culture (Tableau 3). D'autre part, la réponse de ce type d'explant est très limitée et le taux de callogenèse est très faible (8 à 10%). Ce sont seulement les milieux M3 (2,4-D+Kin) et M4 (2,4-D+BA) qui permettent d'obtenir des cals qui sont noduleux, de couleur crémeuse et présentant une bonne croissance. La formation de cal débute à la 3^{ème} semaine de culture mais son taux n'évolue pas tout au long de la culture. Les explants pédonculaires qui ont donné des cals sont tous issus de la partie apicale du pédoncule floral. Pour les explants prélevés à la base et sur la partie médiane, la callogenèse fait totalement défaut.

La masse de matière fraîche des cals dépend du milieu de culture et elle est plus élevée sur le milieu M4 (96 mg) que sur le milieu M3 (71 mg).

Tableau 3

Pourcentage de callogenèse chez des segments de pédoncules floraux de gerbera (*Gerbera jamesonii* 'Fredigor') cultivés sur les milieux M3 (MS + 2,4-D + Kin) et M4 (MS + 2,4-D + BA)

Durée de la culture	M3	M4
Semaine 3	8,3 ± 0,6 a	9,7 ± 0,8 a
Semaine 4	8,3 ± 0,6 a	9,7 ± 0,8 a
Semaine 5	8,3 ± 0,6 a	9,7 ± 0,8 a

Nombre d'explants par traitement: 48.

Les valeurs, avec intervalles de sécurité, suivies de lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

Discussion

Dans notre expérimentation et en absence d'hormones de croissance dans le milieu, la formation de cal à partir de feuilles et de pédoncules floraux était totalement inhibée. Ce même résultat a été obtenu par Kumar et Kanwar (2, 3). L'addition du 2,4-D 1 mg.l⁻¹ au milieu de culture permet d'avoir une callogenèse seulement chez les explants foliaires, toutefois, son taux reste très faible (18%) contrairement à Kumar et Kanwar (3) qui obtiennent, un taux plus élevé (93%), dans ces mêmes conditions.

La présence d'une cytokinine (kinétine ou BA) avec le 2,4-D a amélioré nettement la formation de cals sur les explants foliaires, cependant, son taux dépend de la nature de la cytokinine; il est plus élevé avec la BA qu'avec la kinétine. Dans ces conditions, les cals sont compacts et noduleux et présentent une très bonne croissance. Des résultats similaires sont aussi obtenus par Kumar et Kanwar (3). L'utilisation de la BA a induit une importante formation de cal (91%) alors qu'avec la kinétine, le pourcentage de callogenèse est faible (27%). Dans le cas des explants pédonculaires, la présence de l'auxine (2,4-D) et d'une cytokinine (kinétine ou BA) est nécessaire à la formation de cals mais son taux reste très faible et ne s'améliore pas tout au long de la culture. Ce blocage de l'activité cellulaire pourrait être probablement dû à un épuisement du milieu ou à une dégradation du régulateur de croissance par autoclavage.

L'association de deux cytokinines (BA et kinétine) avec le 2,4-D améliore l'activité callogène chez les explants foliaires mais la croissance et la qualité des cals se trouvent diminuées. L'effet d'antagonisme entre les deux cytokinines pourrait être à l'origine de cette diminution. Ce type de milieu inhibe, par contre, la formation de cals chez les pédoncules floraux.

D'autres équilibres hormonaux peuvent être également favorables à la formation de cals chez le gerbera comme l'ANA et la BAP (1) ou l'AIA et la kinétine ou l'AIA et la BAP (13).

Le taux de callogenèse dépend de la position de l'explant utilisé. En effet, il augmente en allant de la position basale, à la médiane et à l'apicale sur la feuille. Par contre, la formation de cals sur les explants pédonculaires n'est possible que lorsqu'ils sont prélevés sur la partie apicale du pédoncule floral. L'effet de la position de l'explant a été signalé chez le gerbera chez d'autres types d'explant et Tan Nhut *et al.* (12) ont montré que les couches externes du réceptacle floral sont plus favorables à l'induction de cals que les couches médianes, mais le taux de callogenèse est très faible dans ce cas et n'est, respectivement, que de 10 et 0%. Par contre, ce sont les couches médianes qui se sont avérées les plus intéressantes pour la régénération des pousses.

La masse de matière fraîche des cals dépend du milieu de callogenèse, du type et de la position de l'explant. En effet, c'est le milieu contenant 2,4-D 1 mg.l⁻¹ + BA

1 mg.l⁻¹ qui a permis d'obtenir les cals les plus gros. Ce paramètre est plus élevé avec les cals issus des pédoncules floraux qu'avec ceux issus des feuilles. La masse des cals foliaires augmente en allant de la position apicale à la basale et à la médiane. Ainsi et selon le milieu de culture, la masse des cals issus des explants apicaux et basaux représente respectivement 75 à 83% et 87 à 91% de celle des cals issus des explants médians.

Conclusion

La callogenèse chez le gerbera est possible à partir d'explants de feuilles ou de pédoncules floraux, toutefois, elle est nettement meilleure chez les explants foliaires. En effet, le taux de callogenèse atteint, après

5 semaines de culture, 10 et 82%, respectivement pour les segments de pédoncules floraux et les explants foliaires. La présence d'une auxine (2,4-D) et d'une cytokinine (BA) est très favorable à l'induction de cals. Un gradient acropète a été observé chez les explants foliaires alors que seuls les explants de pédoncules floraux d'origine apicale ont formé des cals.

En tenant compte du taux de callogenèse et de la qualité des cals (aspect, structure, croissance, masse de matière fraîche), c'est le milieu contenant 2,4-D 1 mg.l⁻¹ + BA 1 mg.l⁻¹ qui s'est avéré le plus favorable. Il serait intéressant d'étudier par la suite la néoformation de bourgeons et la régénération de pousses à partir de ces cals pour pouvoir exploiter la variabilité somaclonale dans l'amélioration de cette espèce.

Références bibliographiques

1. Aswath C.R. & Choudhary M.L., 2002, Rapid plant regeneration from *Gerbera jamesonii* Bolus callus cultures. Acta Bot. Croat. **61**, 2, 125-134.
2. Kumar S. & Kanwar J.K., 2006, Regeneration ability of petiole, leaf and petal explants in gerbera cut flower cultures *in vitro*. Folia Horticulturae, **18**, 57-64.
3. Kumar S. & Kanwar J.K., 2007, Plant regeneration from cell suspensions in *Gerbera jamesonii* Bolus. Journal of fruit and ornamental plant research, **15**, 157-166.
4. Kumar S., Kanwar J.K. & Sharma D.R., 2004, *In vitro* regeneration of *Gerbera jamesonii* Bolus from leaf and petiole explants. Plant Biochemistry & Biotechnology, **13**, 73-74.
5. Laliberté S., Chrétien L. & Vieth J., 1985, *In vitro* plantlet production from young capitulum explants of *Gerbera jamesonii* Bolus. Hortscience, **20**, 1, 137-139.
6. Maïa E., 1977, Propagation de clones de *Gerbera jamesonii* par culture *in vitro*. Travaux sur le *Gerbera*, journée d'étude du 16 novembre 1977, Fréjus, publication I.T.I.H.
7. Murashige T. & Skoog F., 1962, A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. **15**, 475-497.
8. Olivera-Ortega V., Gutiérrez-Espinosa M.Z., Gutiérrez-Espinosa J.A. & Andrade-Rodríguez M., 2000, Cultivo *in vitro* de *Gerbera (Gerbera jamesonii* Bolus) y su aclimatación en invernadero. Bioagro, **12**, 3, 75-80.
9. Orlikowska T., Nowak E., Marasek A. & Kucharska D., 1999, Effects of growth regulators and incubation period on *in vitro* regeneration of adventitious shoots from gerbera petioles. Plant cell, tissue and organ culture, **59**, 2, 95-102.
10. Parthasarathy V.A., Parthasarathy U., Nagarju V. & Mishra M., 1997, Callus induction and subsequent plant regeneration from leaf explants of *Gerbera jamesonii*. Folia Horticulturae, **9**, 83-86.
11. Pierik R.L.M., Steegmans H.H.M. & Marelis J.J., 1973, *Gerbera* plantlets from *in vitro* cultivated capitulum explants. Scientia Horticulturae, **1**, 117-119.
12. Tan Nhut D., Thi Thuy An T., Thi Dieu Huong N., Trinh Don N., Thanh Hai N., Quoc Thien N. & Hong Vu N., 2007, Effect of genotype, explant size, position, and culture medium on shoot generation of *Gerbera jamesonii* by receptacle transverse thin cell layer culture. Scientia Horticulturae, **111**, 146-151.
13. Tyagi P. & Kothari S.L., 2004, Rapid *in vitro* regeneration of *Gerbera jamesonii* (H. Bolus ex Hook. F.) from different explants. Indian Journal of Biotechnology, **3**, 584-588.
14. Vidalie H., 1987, Les productions florales. J.B. Baillière, Lavoisier (Eds), Paris, 225 p.

F. Haouala, Tunisien, Docteur en Biologie, Maître de Conférences, Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

Nadia Farhat, Tunisienne, Mastère spécialisé, Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques, Tunis, Tunisie.

L. Chabchoub, Tunisien, DEA de Physiologie Végétale, Chef de laboratoire, Station d'Appui de Manouba, 2010 Manouba, Tunisie.

LES ACTIONS DE LA DGCD

DE ACTIVITEITEN VAN DE DGOS

DGDC'S ACTIVITIES

LAS ACTIVIDADES DEL DGCD

Développement de la formation post-graduée et de la recherche à l'Université agronomique n°1 de Hanoï et dans les institutions associées

J. Dufey

Au Vietnam, où le monde rural représente près de 70% de la population totale, les changements politiques et économiques de ces dernières décennies menacent de déstabiliser des systèmes de production traditionnels au profit de systèmes dont la durabilité n'est pas assurée. Face à ces mutations, les cadres formés doivent faire preuve de compétences pluridisciplinaires pour appréhender les problématiques rurales dans leur globalité. Il en va de même des recherches menées par les universités et les instituts scientifiques.

Introduction

Avec près de 20 000 étudiants, l'Université agronomique n° 1 de Hanoï (UAH) assure la formation d'une partie notable des cadres agricoles vietnamiens indispensables au développement du monde rural et des entreprises connexes. L'agriculture familiale vietnamienne occupe près de 70% de la population, mais contribue pour moins de 30% au produit intérieur brut. L'amélioration du bien-être des familles paysannes est donc un enjeu crucial pour le développement harmonieux du pays si l'on veut éviter des distorsions de richesse par rapport à d'autres secteurs d'activités – généralement mieux soutenus dans les programmes d'investissement et de développement –, en vue de positionner le pays sur la scène internationale. Cet objectif national ne peut être rencontré que par la formation de cadres agricoles de qualité, capables d'appréhender les multiples facettes du développement rural.

Formation des enseignants-chercheurs

À l'UAH, comme dans les autres universités ou facultés agronomiques du pays, la formation se limite, pour la plupart des diplômés, au niveau bachelor (4 ans en général); 10% poursuivent des études de master (2 ans) et seulement moins de 1% s'engagent dans un doctorat. Cette limitation du niveau de la formation universitaire s'observe aussi au sein du personnel académique de l'UAH. Ainsi, moins du tiers des enseignants sont porteurs d'un diplôme de doctorat. La distorsion par rapport aux universités des pays industrialisés est donc notable. Estimant que la formation des étudiants en bénéficiera aussi par voie de conséquence, le nouveau programme CUI vise à renforcer la formation du personnel scientifique et académique de l'UAH.

Formation à la méthodologie de la recherche scientifique

L'acquisition d'outils et de méthodes spécifiques est indispensable à tout chercheur. Dans cette perspective, des sessions de formation à la méthodologie de la recherche scientifique orientée vers le développement rural seront organisées annuellement à Hanoï sur des périodes de l'ordre de huit semaines. Elles associeront des professeurs vietnamiens et belges, ces derniers s'investissant de manière dégressive au fil des années. Les sessions porteront sur la recherche documentaire, sur la communication scientifique, sur l'analyse des systèmes, sur l'analyse statistique et les bases de données, sur les plans expérimentaux et les techniques d'enquête, sur la vulgarisation scientifique, sur la conception et la gestion des projets de recherche, etc. De plus, des séminaires interdisciplinaires seront associés à cette formation. Une priorité sera donnée aux participants (15-20 par session) engagés dans un doctorat au Vietnam et en Belgique, ainsi que dans les activités de recherche soutenues par le programme CUI.

Doctorats au Vietnam et en Belgique

La formation doctorale est une priorité de cette troisième période quinquennale du soutien de la CUI à l'UAH. Les doctorants seront sélectionnés par les groupes de pilotage vietnamien et belge. Toutes les disciplines agronomiques sont visées par cette action. Un budget de fonctionnement de recherche sera octroyé à une douzaine de doctorants effectuant leur thèse dans le système vietnamien, comme déjà pratiqué depuis 2002. Par ailleurs, une douzaine de doctorants bénéficieront également d'une bourse mixte de doctorat avec inscription dans une université belge; une part importante de la recherche (32 mois sur les 4 ans de bourse) sera effectuée au Vietnam en vue d'assurer un ancrage déterminant dans la réalité du développement rural local.

Formations de courte durée en Belgique

Les stages de courte durée peuvent, selon les circonstances, s'avérer être des opérations sans lendemain comme des opérations à impact durable. Dans le nouveau programme CUI, les bénéficiaires de ces stages (3 par an) seront prioritairement des chercheurs impliqués dans des actions CUI plus globales (recherches concertées) ou de plus longue haleine (doctorats vietnamiens), de façon à en optimiser le bénéfice tant sur le plan individuel qu'institutionnel.

Masters complémentaires en Belgique

Le projet CUI veillera à susciter des candidatures vietnamiennes de haute valeur pour les masters complémentaires en Belgique, mais n'en prendra pas la charge financière directe. La volonté est de confronter les candidats aux concours de bourses d'études de la CUD selon les critères établis par les comités de gestion de ces programmes. Il est cependant prévu d'octroyer deux bourses de master à des candidats de l'Université nationale du Laos, en vue d'assurer un *upgrade* de leur formation avec la perspective d'intégrer, ensuite, une école doctorale au Vietnam ou en Belgique.

Cours disciplinaires avancés

Comme pratiqué avec succès dans les phases précédentes du programme CUI, des cours relevant de disciplines agronomiques spécifiques seront assurés par des professeurs belges à l'intention des enseignants et des chercheurs locaux, pour les faire bénéficier d'une formation utile à leur recherche et à leur enseignement. Ces cours seront traduits en vietnamien et serviront de support à des enseignements dispensés par les professeurs vietnamiens, en particulier au niveau master.

Appui à la formation linguistique

La formation aux langues étrangères est un enjeu crucial pour l'ouverture à la communauté scientifique internationale. La formation linguistique reste de niveau très scolaire pour l'ensemble des étudiants de l'UAH et est manifestement insuffisante aux niveaux master et doctorat. Les cours dispensés en dehors de l'université sont souvent inaccessibles à la majorité des étudiants, chercheurs et enseignants pour des raisons financières. Un maître de langue sera affecté spécifiquement au programme CUI, tant pour la formation des chercheurs, principalement les doctorants, que pour le soutien à la rédaction des projets, rapports et publications scientifiques relatifs aux activités CUI.

Appui à la recherche

L'objectif de renforcement du personnel de l'UAH ne se conçoit pas sans un soutien parallèle au développement de recherches de qualité, qui vise tant à la formation des enseignants qu'à l'appui concret au développement rural.

Projets de recherche axes sur le développement rural durable

La CUI apportera son soutien à des projets de recherche sélectionnés selon plusieurs critères de qualité, parmi lesquels l'impact sur le développement rural (applicabilité des résultats), l'approche pluridisciplinaire et multisite (implication de plusieurs facultés et/ou universités), la qualité du réseau scientifique constitué (couverture de l'ensemble des compétences requises), l'implication de mémorants et/ou doctorants, les perspectives de valorisation par des publications nationales et internationales. En principe, 16 projets de deux ans seront financés durant la période quinquennale. Des missions d'experts belges sont prévues pour appuyer les projets de recherche en cours. Une priorité sera accordée à des experts impliqués dans la (co)promotion des doctorants participant aux projets de recherche en cours d'exécution.

Fonds d'équipement de recherche

Le financement des projets ci-dessus se limitant essentiellement aux frais de fonctionnement, un fonds d'équipement sera créé en vue de l'acquisition d'appareillages de laboratoire et de terrain destinés prioritairement à soutenir ces projets, mais qui devront être utilisables par une large communauté de chercheurs. Les demandes d'équipement devront émaner d'une entité structurée (p.ex. faculté, département) et non pas de chercheurs individuels. Elles seront soumises annuellement à un comité de sélection qui veillera à l'optimisation des moyens disponibles.

Recherches ponctuelles associant étudiants et enseignants

Dans le programme quinquennal précédent, une initiative originale a connu un succès grandissant. Il s'agit de soutenir des petites recherches bien ciblées menées conjointement par un petit groupe d'étudiants et un jeune

enseignant-chercheur. Cette formule de formation est très efficace, tant pour l'enseignant que pour les étudiants. Elle comporte en effet plusieurs facettes: préparation d'enquêtes, séjours sur le terrain, travail de groupe, interprétation de données, rédaction d'un rapport et présentation de celui-ci dans un atelier facultaire. Une trentaine de petits projets seront soutenus chaque année, avec priorité à des groupes d'étudiants interfacultaires.

Séminaires interfacultaires et interuniversitaires

Lors de la préparation de ce programme CUI, une carence notoire d'échanges scientifiques entre les facultés de l'UAH a été relevée. Outre les mesures stimulantes proposées ci-dessus pour le soutien à des recherches concertées, la CUI stimulera l'organisation d'ateliers et séminaires scientifiques interfacultaires mensuels à l'UAH. Par ailleurs, un séminaire interuniversitaire⁽¹⁾ sera organisé chaque année avec édition des actes de la rencontre. Les professeurs belges, en mission au Vietnam, seront invités à animer un séminaire dans le cadre de l'organisation mensuelle à l'UAH. Ces séminaires seront aussi l'occasion de communiquer rapidement les résultats des projets de recherche en cours ou terminés.

Ressources documentaires

Comme dans les phases précédentes de notre coopération, la CUI veillera à renforcer l'accès aisé à la littérature scientifique nationale et internationale, indispensable à la formation et à la recherche. Un soutien de la CUI sera spécifiquement orienté vers un renforcement des ressources documentaires de la bibliothèque centrale et des bibliothèques facultaires de l'UAH. L'acquisition de nouvelles ressources se fera en concertation avec les enseignants-chercheurs de toutes les facultés, avec une priorité aux ouvrages et ressources électroniques proposés dans le cadre des activités de formation et de recherche de la CUI.

L'accès à la littérature scientifique sera aussi favorisé par la numérisation progressive de la production scientifique locale et la mise à disposition de celle-ci sur l'intranet de l'institution.

Une attention particulière sera aussi portée à la qualité du service aux usagers, étudiants, chercheurs et enseignants, à la gestion intégrée des bibliothèques de l'UAH et à l'amélioration des compétences des bibliothécaires par des formations locales et des stages Sud-Sud et Sud-Nord. Ces divers objectifs nécessiteront un renforcement de l'équipement matériel et informatique des bibliothèques.

Réforme et gestion des études

Le Vietnam connaît aujourd'hui une importante phase de réforme de son enseignement supérieur. À l'image de ce qui se passe dans les universités européennes suite à la réforme de Bologne, la gestion des études et des étudiants pose des problèmes cruciaux d'adaptation et supposent une évolution des méthodes de gestion des programmes et des étudiants. Le système de crédits capitalisables fait par exemple figure de monstre du Loch Ness. Le nouveau programme CUI permettra un échange d'information et d'expertise tant sur les réformes de fond des études, notamment celles de master, que sur leur mode de gestion courante.

Un atelier pour le partage des informations et des expériences

Un atelier sera organisé à Hanoï visant au partage d'informations et d'expériences très concrètes sur le fond et la mise en œuvre de nos réformes respectives. Une comparaison des systèmes permettra, entre autres, de mieux cerner les équivalences de niveau entre les systèmes locaux et européens.

Des missions techniques d'experts vietnamiens

Dans la foulée de l'atelier, deux experts locaux directement impliqués dans la gestion des réformes seront invités en Belgique pour examiner dans le détail les nouvelles techniques de gestion mises en œuvre suite aux réformes, parmi lesquelles les nouveaux produits informatiques relatifs aux programmes d'études, aux parcours individualisés des étudiants (crédits), aux examens et délibérations,... Un séjour de plus longue durée sera ensuite effectué en Belgique par un expert vietnamien pour approfondir un ou deux outils de gestion qui seraient particulièrement adaptés au contexte des universités locales.

La réforme des cursus de master à l'UAH

La problématique d'équivalence des cursus locaux de master avec les programmes d'universités étrangères

(1) Une particularité du programme CUI est d'associer à l'UAH plusieurs autres universités et centres de recherche du Vietnam, ainsi que du Laos, dans le but de promouvoir l'émulation interuniversitaire.

a été soulevée par l'UAH. Par ailleurs, les autorités locales regrettent de ne pas bénéficier d'appuis externes, notamment au travers de projets de coopération, pour les réflexions de fond sur leur réforme des programmes de master. Cette demande rencontre parfaitement les spécificités de la CUI. Il est dès lors proposé d'apporter un appui à la conception de nouveaux programmes de master (en principe cinq masters), par des missions dans les deux sens de responsables vietnamiens et belges impliqués dans la conception de ces cursus.

Des dimensions régionale et institutionnelle renforcées

Le nouveau programme de Coopération universitaire institutionnelle avec l'UAH se caractérise par une forte cohérence des actions de formation et de recherche et par une dimension régionale beaucoup plus marquée que durant les dix années précédentes. Le programme associe à l'UAH plusieurs autres universités et centres de recherche du Vietnam, ainsi que du Laos, dans le but de promouvoir l'émulation interuniversitaire et la constitution d'un réseau où l'UAH pourrait jouer un réel rôle moteur.

La dimension institutionnelle est, elle aussi, renforcée. D'un soutien à la formation et à la recherche concentré auparavant sur trois facultés, le partenariat s'adresse désormais à l'ensemble d'entre elles. Les activités sont ouvertes à tous et sont donc totalement transversales. Du reste, la réforme et la gestion des études et des étudiants qui n'avait pas été abordée par les programmes précédents constitue donc le nouveau mode de collaboration du programme. Un programme qui entend bien contribuer au développement du pays et de la région, un développement conciliant durabilité et amélioration des conditions de vie des populations rurales.

Joseph Dufey, Professeur à l'UCL, Coordonnateur en Belgique du programme UAH. joseph.dufey@uclouvain.be

Cet article a été publié dans l'Echosud ⁽¹⁹⁻²⁰⁾, Bulletin trimestriel de la Commission Universitaire pour le Développement (CUD), juin-septembre 2008, pp. 28-29.

ORGANISATION

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

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

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

Conseil d'administration

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

Comité de rédaction

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

Secrétariat de rédaction

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

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TROPICULTURA

2010 Vol. 28 N° 1

Four issues a year (January- February- March)

CONTENTS

EDITORIAL

Which Future for Tropicultura? (Continuation) (*in English & in French*)

G. Mergeai 1

ORIGINAL ARTICLES

Poverty and Share Revenue in the Cameroon Cocoa Zone (*in French*)

D.P. Folefack 5

Effects of Season on the Microbiological Quality of Kilishi, a Traditional Cameroonian Dried Beef Product (*in English*)

D.N. Fonkem, V.N. Tanya & A.L. Ebangi 10

Effect of Dehanding and Harvest Modality on French Type Plantain FHIA-21 (*Musa AAAB*) Bunch Variables and Number of Leaves (*in Spanish*)

A.V. Calvo 16

Picturing Adoption of Below-Ground Biodiversity Technologies among Smallholder Farmers around Mabira Forest, Uganda (*in English*)

B.E. Isabirye, M. Isabirye & Anne M. Akol 24

Artificial Reproduction and Fecundity of the African Catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1840) (*in French*)

Y.L. Alla, M. Ouattara, M.C. Blé & B.C. Atse 31

Dynamics of Trypanosome Infections in Borgou Cattle at the Okpara Ranch in Benin (*in French*)

S. Doko Allou, S. Farougou, S. Salifou, E. Ehilé & S. Geerts 37

Evaluation of the Resistance of some Varieties of Biological Potato to the Mildew *Phytophthora infestans* (*in French*)

S. Ferjaoui, Naïma Boughalleb, N. Khamassi, M. M'Hamdi & M.E. Romdhani 44

Population Characteristics of *Distichodus rostratus* Günther, 1864 (pisces: Distichodontidae) in the Taabo Man Made Lake (Bandama Basin, Ivory Coast). Implications for a Rational Management of the Stock (*in French*)

N'G.G. Aliko, K.S. Da Costa, Y.M. Dietoa, A. Ouattara & G. Gourène 50

Effects of Explant Kind and Position on Calli Induction in Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) (*in French*)

F. Haouala, Nadia Farhat & L. Chabchoub 57

DGDC'S ACTIVITIES 61

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

LITHO-OFFSET J.F. DE JONGHE • 696 CHISSEE DE GAND B1080 BRUSSELS • +32 (2) 465 77 17