

# TROPICULTURA

2003 Vol. 21 N° 2

Trimestriel (avril – mai – juin)

Driemaandelijks (april – mei – juni)

Se publica por ano (abril – mayo – junio)



Elevage laitier urbain à Ouagadougou (Burkina Faso). Crédit: Eric Thys, 2000.

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever:

J. Vercruyse

Square du Bastion 1A Bolwerksquare  
1050 Bruxelles / Brussel

Avec les soutiens de la

Direction générale de la Coopération au Développement DGCD  
[www.dgdc.be](http://www.dgdc.be)

Service public Fédéral Affaires étrangères, Commerce extérieur  
et Coopération au Développement  
[www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be)

et la Région Bruxelles Capitale

Met de steunen van

Directie-Generaal Ontwikkelingssamenwerking DGOS  
[www.dgdc.be](http://www.dgdc.be)

**DGCD**

Federale Overheidsdienst Buitenlandse Zaken, Buitenlandse Handel  
en Ontwikkelingssamenwerking  
[www.diplobel.fgov.be](http://www.diplobel.fgov.be)  
en van het Brusselse Gewest

**DGOS**

BUREAU DE DEPOT - AFGIFTEKANTOOR  
BRUXELLES X / BRUSSEL X

# SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

## EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAAL

Un bon départ pour 2003...

Een mooie start voor 2003...

Un buen comienzo para 2003...

**G. Mergeai** ..... 49

## ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Effet du système de production sur l'âge au premier vêlage chez la vache Borgou au Bénin.  
– Etude rétrospective

Involed van het productiesysteem of de leeftijd van eerste kalving bij het Borgou rund in Benin. – Retrospectieve studie

Efecto del sistema de producción sobre la edad en el primer parto de la vaca Borgou en el Benin. – Estudio retrospectivo

**M. Adamou-N'Diaye, A.B. Gbangboché & I. Daouda** ..... 51

Estimation des besoins énergétiques du porc local du Bénin en croissance entre 7 et 22 kg de poids vif

Schatting van de energiebehoeften van het lokale varken van Benin tijdens de groeiperiode van 7 tot 22 kg levend gewicht

Estimación de las necesidades energéticas del cerdo local del Benin entre 7 y 22 Kg de peso vivo

**A.B. Codjo** ..... 56

Hematological Characteristics of Ducks (*Cairina moschata*) of Southeastern Nigeria

Caractéristiques hématologiques des canards (*Cairina moschata*) du sud-est du Nigeria

Hematologische eigenschappen van eenden (*Cairina moschata*) in het zuidoosten van Nigeria

Características hematológicas de los patos (*Cairina moschata*) del sureste de Nigeria

**N.J. Okeudo, I.C. Okoli & G.O.I. Igwe** ..... 61

Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping Systems in the Sahel

Pratiques de gestion de sols pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des éléments

nutritifs et réduire les risques liés aux systèmes agricoles à base de mil

Bodembeheerspraktijken met het oog op een doeltreffend gebruik van nutriënten en op een vermindering van de risico's gebonden aan gierst-gebonden landbouwsystemen

Prácticas de manejo de suelos para mejorar la eficacia del uso de los elementos nutritivos y reducir los riesgos vinculados a los sistemas agrícolas basados en el mijo común

**C.F. Yamoah, A. Bationo, B. Shapiro & S. Koala** ..... 66

Utilisation des protozoaires ciliés (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) pour l'épuration bactériologique des eaux polluées en microcosme

Gebruik van trilharige protozoa (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) voor bacteriologische waterzuivering

Utilización de protozoos ciliados (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) para la depuración bacteriológica de las aguas contaminadas en microcosmo

**M. Nola, T. Njiné, S.M. Foto, N. Kemka, S.H. Zébazé, J.B.T. Nguedji & T.B. Bouetou** ..... 73

Seed-storage Mycoflora of Peanut Cultivars Grown in Nigerian Savanna

Etude de la mycoflore lors de l'entreposage des graines de variétés d'arachide dans les savanes du Nigeria

Studie van de mycoflora tijdens de bewaring van verschillende aardnotenvariëteiten in de savanne van Nigeria

Estudio de la Mycoflora en el almacenamiento de variedades de maní en las sabanas de Nigeria

**H.O.A. Oluma & A.O. Nwankiti** ..... 79

Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien

Partie 1: Etude diagnostique

Lichte mechanisatie en kleinschalige groenteteeltbedrijven in de Tunesische Sahelregio. Deel 1: Enquête

Pequeña monitorización y explotaciones hortícolas de tamaño limitado en el Sahel tunecino. Parte 1: Estudio diagnóstico

**S. Chehaibi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore** ..... 86

## DANS LES UNIVERSITES... / UIT DE UNIVERSITEITEN... / EN LAS UNIVERSIDADES...

Contribution to the Study of the Nutritional Requirements in the Larvas and Juveniles of the River Perch (*Perca fluviatilis* L.)

Contribution à l'étude des besoins nutritionnels chez les larves et juvéniles de la perche fluviatile (*Perca fluviatilis* L.)

Bijdrage tot de studie van de voedingsbehoeften van larven en jonge individuen van de rivierbaars (*Perca fluviatilis* L.)

Contribución al estudio de las necesidades nutricionales en las larvas y juveniles de la perca (*Perca fluviatilis* L.)

**E.D. Fiogbé** ..... 92

BIBLIOGRAPHIE / BOEKBESPREKING / BIBLIOGRAFIA ..... 94

## EDITORIAL

### Un bon départ pour 2003...

Chers lecteurs, je suis heureux de vous informer que l'arrêté royal accordant le subside nécessaire à la publication de Tropicultura en 2003 a été signé au début de cette année. Vous allez donc continuer à recevoir notre revue au moins pour une année encore. Les nouvelles demandes d'abonnement et les encouragements que vous nous envoyez régulièrement constituent une grande source de motivation pour toute l'équipe de la rédaction et nous espérons pouvoir faire parvenir encore longtemps notre journal à tous ceux qui sont intéressés par les problèmes liés au développement de l'agriculture et à la gestion durable de l'environnement dans les régions chaudes de notre planète.

J'ai également le plaisir de vous annoncer que le site web de Tropicultura <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/> est à présent opérationnel et que vous pourrez bientôt y retrouver en ligne les derniers numéros parus.

Depuis le début de l'année 2002, le nombre de manuscrits qui nous sont soumis pour publication a augmenté de manière considérable. Nous dépassons actuellement les cent vingt propositions de manuscrits d'articles originaux et de notes techniques en moyenne par an. Si cette tendance n'est pas en soi négative car elle met en évidence l'intérêt que vous portez à notre revue, elle nous place cependant dans une situation de plus en plus difficile. En effet, compte tenu du montant limité des subsides qui nous sont octroyés, il nous est matériellement impossible de publier plus d'une quarantaine d'articles dans nos quatre numéros annuels. Afin d'éviter l'accumulation de manuscrits en attente de publication, notre comité de rédaction a décidé de prendre une série de mesures qui, sans changer la portée et les thèmes prioritaires de notre journal, vont dans le sens d'un renforcement de la qualité de son contenu et de l'augmentation de son intérêt pour ses lecteurs. Ainsi, à l'avenir, une plus grande priorité sera donnée aux articles présentant des thèmes 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 sera 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. Tropicultura étant une revue par nature pluridisciplinaire, nous continuerons à veiller à ce qu'un bon équilibre existe entre les thèmes traités par les différents auteurs que nous publions. Afin d'éviter de recevoir des réclamations de certains coauteurs dont l'avis n'avait pas été sollicité au moment de l'introduction d'un manuscrit à la rédaction, il a également été décidé qu'à l'avenir seuls les coauteurs nous ayant manifesté leur accord par écrit apparaîtront dans la version finale de l'article publiée dans Tropicultura. Les accords écrits des coauteurs pourront nous être transmis sous forme de courrier postal ou électronique. Je suis sûr que vous comprendrez la nécessité de ces mesures dont vous serez finalement les principaux bénéficiaires. Je demande dès à présent aux auteurs qui souhaitent nous soumettre de nouveaux manuscrits de tenir compte de ces nouveaux critères et je demande à ceux qui verraient leurs propositions d'article refusées pour cause de non conformité par rapport à cette nouvelle ligne éditoriale de faire preuve de compréhension en regard des contraintes qui sont les nôtres. Tropicultura est quasiment la seule revue traitant des différents aspects scientifiques et techniques du développement rural en zone tropicale à être totalement gratuite. Si nous souhaitons qu'elle le reste, il est indispensable de respecter des critères de qualité qui justifient la poursuite de ses activités. Au nom de l'équipe de rédaction, je vous remercie tous d'avance pour votre compréhension et vous souhaite une bonne lecture de ce nouveau numéro.

Guy Mergeai,  
Rédacteur en Chef

## A good start for 2003...

Dear readers, I am pleased to inform you that the legal document which makes available the money for the publication of Tropicultura in 2003 has been signed at the beginning of the year. You will thus continue to receive our publication for at least another year. The new subscriptions and the forms of encouragement that you keep sending us are very motivating for our publication team and we hope to be able to keep sending our review to all those interested in problems of agricultural development and sustainable management of the environment in warm regions of our planet.

I also have the pleasure of announcing that the web site of Tropicultura is at present in operation (<http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>) and that soon the latest published numbers will be available on line. Since the beginning of the year 2002, the number of manuscripts submitted for publication has considerably increased. We are at present exceeding 120 proposals of manuscripts of original articles and technical notes on average per year. If this tendency is in itself not negative because it shows the interest that you have in our review, it puts us in a more and more difficult situation. Indeed, given the limited amount of subsidies that we receive, it is materially impossible to publish more than forty articles in our four annual publications.

In order to avoid the accumulation of manuscripts waiting for publication, our editorial committee has decided to take a series of measures which, without affecting the scope and the priority themes of our review, will reinforce the quality of its content and increase the interest for its readers. Thus, in the future, a greater priority will be given to articles with original themes, with the largest scope as possible, i.e. of which the content concerns essentially methodological aspects which can be applied in the widest range of environments and regions of the world. A particular accent will also be put on the reliability of the published information, which implies, for experimental results, the number of trial repetitions, in time and space, at the origin of the data obtained.

As Tropicultura is a multidisciplinary publication, we will continue to require a good balance between the different themes treated.

In order to avoid receiving complaints from certain co-authors whose advice had not been requested at the time of submitting a manuscript for publication, it has also been decided that in future only the co-authors which will have provided a written agreement will see their name published in the final version of the article published in Tropicultura. The written agreements of the co-authors can be sent to us by post or by e-mail. I am sure that you will understand the need for these measures for which you are the first concerned. I thus request that the authors who wish to send us new manuscripts take into account these new criteria and I hope that those whose article has been refused for not conforming with this new editorial measure will be tolerant of our constraints. Tropicultura is almost the only publication dealing with the different scientific and technical aspects of rural development in tropical areas to be entirely free. If we wish this to continue, it is imperative to respect the criteria of quality which justify continuing its activities. On behalf of the editorial team, I thank you all in advance for your comprehension and hope you enjoy reading this new number.

Guy Mergeai,  
Chief editor

## ARTICLES ORIGINAUX

## OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

## Effet du système de production sur l'âge au premier vêlage chez la vache Borgou au Bénin. – Etude rétrospective

M. Adamou-N'Diaye<sup>1</sup>, A.B. Gbangboché<sup>1, 2</sup> & I. Daouda<sup>1</sup>

Keywords: Production- System-Age- First calving- Performance- Cow- Borgou- Benin

### Résumé

*Des données collectées au monastère de l'Etoile dans le département du Borgou au Bénin, ont servi à déterminer l'âge au premier vêlage chez la vache Borgou dans deux systèmes différents de production: système extensif et système semi-intensif.*

*Le système d'élevage a eu un effet hautement significatif ( $p < 0,01$ ) sur l'âge au premier vêlage: les vaches présentées dans le système extensif ont eu un âge au premier vêlage plus élevé que celles du système semi-intensif.*

### Summary

**Effect of Production Systems on Age at First Calving on Borgou Cow in Benin. – Retrospective Study**

*Data collected from "Monastère de l'Etoile" in department of Borgou in Benin, were used to evaluate the age at first calving of Borgou cow under two different production systems, i.e., extensive and semi-intensive.*

*Production systems significantly affect age at first calving ( $p < 0.01$ ): cow represented in the extensive system had a higher age at first calving than those presented in the semi-intensive system.*

### Introduction

La race bovine Borgou, du nom du département Borgou au Bénin, représente 34% de l'effectif des bovins estimés à 1.096.000 têtes (2). Elle résulte du métissage entre les taurins à courtes cornes (Somba ou Lagunaire) et le zébu, principalement le White Foulani. Il s'agit d'une race assez rustique, dotée d'une assez bonne résistance à la trypanosomose. La robe dominante est blanche ou grise, parfois pie-noire, les muqueuses généralement noires, la taille au garrot de 1 à 1,2 mètres (15). La race Borgou est à trois fins (viande, lait, travail); son rendement en viande est de 52% (47); elle fournit plus de la moitié de la viande bovine consommée jusque-là au Bénin. Pour ce qui est du pourcentage de vêlage annuel, la vache Borgou se révèle particulièrement compétitive: 66% contre 58% en race Lagunaire au Bénin et 48% en race Baoulé en Côte d'Ivoire (13).

Un programme de sélection massale basée sur les performances individuelles en vue d'uniformiser la race Borgou a été mis en place à la ferme de l'Okpara

au Bénin (52). Une analyse efficiente des performances zootechniques suppose aussi un abord global des facteurs intervenants dans la reproduction. Les problèmes relatifs à la reproduction sont très peu connus chez le bovin Borgou (2, 3) et les relations entre nutrition et reproduction ne sont pas élucidées. L'âge au premier vêlage conditionne le progrès génétique et l'avenir reproducteur de la vache (31, 32, 48). La fécondité des troupeaux est d'autant meilleure que l'âge des génisses mises à la reproduction est faible, que l'intervalle entre vêlages successifs est court et que la longévité des vaches est grande (46).

Dans les régions tropicales, les problèmes alimentaires sur le plan quantitatif et qualitatif sont très aigus, et ont une influence prépondérante sur la reproduction (14). Le propos de cet article est d'évaluer l'âge au premier vêlage en race Borgou dans deux systèmes différents (système extensif et semi-intensif) et d'analyser l'influence potentielle du management.

<sup>1</sup> Centre d'Elevage et d'Insémination Artificielle, Département des Productions Animales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, 01 BP 526 Cotonou- Bénin. Tel/fax (00229) 3030 84.

<sup>2</sup> Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, Département des Productions Animales, 20 Boulevard de Colonster, Bât 43, B- 4000 Liège, Belgique. Correspondance: A.B. Gbangboché, Centre d'Elevage et d'Insémination Artificielle, Département des Productions Animales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, 01 BP 526 Cotonou- Bénin. Tel/fax (00229) 3030 84.  
E mail: gbangboche@yahoo.fr

Reçu le 24.05.02. et accepté pour publication le 20.11.02.

## Matériel et méthode

### Provenance des données collectées

Les données proviennent de l'exploitation bovine du monastère de l'Etoile à 8 km au nord de Parakou, département du Borgou au Bénin. Ce département est situé entre les parallèles nord 8° 5 et 9° 5 et est caractérisé par un climat de type soudanien (une saison sèche de novembre à début mai, une saison pluvieuse de mai à octobre), des précipitations annuelles entre 600 et 1100 mm de pluie, des températures variant de 26 °C à 27 °C (1).

### Systèmes d'élevage

Deux systèmes d'élevage se rapportant à deux périodes respectives ont été étudiés: système extensif de 1966 à 1975 (période 1) et système semi-intensif de 1976 à 1989 (période 2).

#### Période 1, de 1966 à 1975

Les pâturages naturels constituent l'essentiel de l'alimentation des bovins, avec en permanence des pierres à lécher. Les troupeaux pâturent entre 9 et 17 h et sont contraints à effectuer de long parcours pendant la journée (environ 15 km en aller-retour). La composition et l'évolution de la valeur fourragère des pâturages, varient en fonction de la pluviosité et des espèces. Pendant la saison pluvieuse (mai-octobre), les parcours repoussent, les graminées dominent dans la strate herbacée et constituent la majorité de la phytomasse ingérée. Les genres les plus consommés sont *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum*, *Setaria*. Les animaux s'abreuvent deux fois par jour. Pendant la saison sèche (novembre-avril), avec les feux de brousse annuels, les parcours naturels restent nus, le pâturage est essentiellement à base de fourrages ligneux (40) avec l'utilisation des résidus de récoltes (tige de maïs, fanes de niébé et d'arachide). De la naissance au sevrage à 6-7 mois, les veaux sont gardés à l'étable et sont détachés lorsque le troupeau revient le soir. En plus du lait maternel, la ration des veaux est quotidiennement complétée par des vitamines (A, D3, E) distribuées dans l'eau de boisson. Ces veaux sont mis en extensif après sevrage. La monte est naturelle, libre, sans saison. Le suivi sanitaire est régulier (une fois par trimestre): vaccinations, traitements contre la trypanosomose, les parasitoses gastro-intestinales, les tiques et autres arthropodes.

#### Période 2, de 1976 à 1989

Un système d'élevage semi-intensif a fait place au système extensif avec une phase de transition de 4 mois, pour permettre la poussée des fourrages. Au sein des 150 ha de patrimoine foncier du monastère, ont été installés 20 ha de parcelle fourragère à 1 km de l'étable et comportant des espèces telles que: *Brachiaria*, *Andropogon*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Eragrotris* et *Gmelinia*. Les animaux sont conduits au pâturage 2 fois par jour (9 à 12 h, et 16 à 18 h 30). Pendant la saison sèche, l'alimentation *ad libitum* est complétée par de la drêche de brasserie, de graines de coton, du tourteau de soja, de foin et d'ensilage de maïs, de *Brachiaria*, du *Pennisetum*, additionnés d'un C.M.V. (10%). Les animaux s'abreuvent trois fois par

jour. Les vaches en lactation reçoivent chaque matin du manioc de l'ordre d'un kilogramme par jour. Le complément minéral (sel et pierre à lécher) est quotidien. Le suivi sanitaire et l'élevage des veaux sont identiques à la période 1.

### Nature et analyse des données collectées

A défaut de certaines données qualitatives et quantitatives (charge des pâturages, poids des animaux, survenue d'avortement, nombre de taureaux.....), 164 dates de premier vêlage au total ont été répertoriées pendant les deux périodes, 66 en période 1 et 98 en période 2.

A partir des données brutes, l'âge au premier vêlage a été calculé pour chaque animal. La moyenne des âges au premier vêlage pour chaque période a été déterminée avec l'écart-type, de même que la moyenne cumulée relative aux périodes 1 et 2. L'influence potentielle du management a été estimée par l'analyse de variance au logiciel STATISTICA<sup>®</sup> 5.1 (42).

## Résultats et discussion

L'âge au premier vêlage (moyenne  $\pm$  écart-type) pour les deux périodes est de 36,1 mois  $\pm$  6,3 mois (période 1; 39,1 mois  $\pm$  6,8 mois; période 2; 30,1 mois  $\pm$  4,9 mois, tableau 1). Plus de 60% des vaches ont vêlé avant 36 mois (3 ans), ce qui dénote de la précocité sexuelle des animaux au cours de la période 2 ( $p < 0,01$ ). Le tableau 2 présente la comparaison de l'âge au premier vêlage du bovin Borgou avec certains

Tableau 1

Fréquence des âges au premier vêlage (en mois) en système d'élevage semi-intensif (période 2) et extensif (période 1), chez les vaches de race Borgou au Monastère de l'étoile dans le nord Bénin

Ages au premier vêlage (mois)	Fréquence de vêlages		
	Système extensif période 1	système semi-intensif période 2	Périodes 1 et 2
<24	-	03	03
24-26	02	08	10
27-29	02	08	10
30-32	07	19	26
33-35	12	25	37
36-38	08	18	26
39-41	16	16	32
42-44	07	01	08
45-47	06	-	06
48-50	03	-	03
51-53	02	-	02
> 54	01	-	01
Total	66	98	164
Moyenne	39,1**	30,1**	36,1
Ecart-type	6,8	4,9	6,3
Minimum	24,6	20,3	20,3
Maximum	60,7	43,8	60,7

\*\* différence significative au seuil de 1%

**Tableau 2**  
**Résultats comparatifs des différents âges au premier vêlage sur le bétail trypanotolérant**  
**et autres races bovines en Afrique occidentale et centrale**

Races	Âges au premier vêlage	Milieu (x)	Région(s) ou pays	Sources
Liberian Dwarf	25- 26 mois 28- 30 mois	Station	Libéria	(48)
	39,4 mois	Contrôlé	Musaia- Sierra Leone	(45)
	36- 48 mois	Villageois	Sierra Leone	(17)
	42- 48 mois	Villageois	Yanfolila- Mali	(23)
	42,5 mois ± 40 jours	Station	Sotuba- Mali	(35)
	35 mois 17 jours ± 20 jours	En monte libre	Côte d'Ivoire	(11)
	36 mois	Monte contrôlée	Côte d'Ivoire	(11)
N' Dama	42- 45 mois	Ranch	Abokouamekro- Côte d'Ivoire	(7, 8)
	39 ± 1,6 mois	Station	Nungua- Ghana	(38)
	47 mois	Savane naturelle	Oyo- Nigeria	(34)
	40,5 mois	Savane naturelle	Nigéria	(4)
			Idessa- Côte d'Ivoire	(51)
	41 mois	Savane naturelle	Nigeria	(9)
Méré	48- 60 mois	Villageois	Burkina-Faso	(33)
Baoulé	25 mois 21 jours ± 40 jours	Station	Bouaké- Côte d'Ivoire	(44)
			Idessa- Côte d'Ivoire	(51)
	36- 48 mois	Zone rurale	Côte d'Ivoire	(7,8)
Ghana Shorthorn	34,8 ± 1,2 mois	Station	Nungua- Ghana	(38)
Zébu Sokoto Gudale	38,6 ± 1,1 mois	Station	Nungua- Ghana	(38)
Lagune	36 mois- 42 mois	Station	Anécho- Togo	(29)
Muturu	26 mois	Station, Monte libre	Ondo- Nigeria	(18)
	21 mois	Station	Vom- Nigeria	(37)
	48- 60 mois	Villageois	Nigéria	(7,8)
Keteku	38- 47 mois	Ranch	Ogun- Nigeria	(7,8)
N'Dama x Keteku	39- 43 mois	Ranch	Nigeria	(7,8)
Doayo ou Namshi	Environ 36 mois	Villageois	Cameroun	(7,8)
Adamou -N'diaye <i>et al.</i> ,	39,1 mois 30,1 mois	Elevage extensif semi-amélioré	Nord Bénin Nord Bénin	

animaux trypanotolérants d'Afrique occidentale et centrale. De ce tableau, il ressort une très grosse variabilité des âges au premier vêlage entre races, régions et systèmes d'élevage. Les conséquences de différences climatiques sur les performances de reproduction bovine en milieux tropicaux, ont d'ailleurs été mises en exergue (10). L'infécondité des trou-

peaux peut être aussi liée à la croissance des génisses (30), aux lésions de l'appareil génital dues à des maladies infectieuses, les métrites, les mortalités embryonnaires, les avortements, l'époque du vêlage, l'âge de la mise en reproduction de la génisse, le mode de stabulation (46); la présence de taureau pouvant occasionner des saillies précoces (12, 16).

Par rapport à l'effet du management étudié à deux niveaux (élevage extensif en période 1; élevage semi-intensif en période 2), la période 2 justifierait d'une meilleure condition nutritionnelle des animaux liée à l'exploitation de pâturage amélioré. Ceci a permis d'assurer une disponibilité alimentaire pendant toute l'année (fourrage sur pied, foin, ensilage).

Les animaux ont été stabilisés et mieux entretenus avec apport de compléments alimentaires. Les conditions alimentaires des vaches au cours de la période 1 ont été assez précaires. En effet, les réserves fourragères diminuent de la fin de la saison des pluies à la saison sèche (40), de même que la quantité et la composition des matières sèches ingérées. La saison sèche correspond à la période d'inadéquation entre les apports du pâturage et les besoins nutritionnels des animaux. Dans de nombreuses régions tropicales, les animaux sont exposés pendant la saison sèche à de fortes carences minérales, surtout celles en phosphore susceptible d'entraîner des retards de puberté et des troubles de reproduction (19, 20). Dans les élevages en milieu tempéré, il est admis que l'apparition des cycles sexuels chez la femelle bovine est en rapport étroit avec le poids des animaux et relativement indépendant de l'âge (28). Pour la génisse Holstein, la maturité sexuelle se produit à 41% du poids adulte (36). Les animaux dont la croissance a été retardée avant ou après sevrage, mettent plus de temps à attendre la maturité sexuelle (6). Les génisses jerseyaises élevées au lait de remplacement et sevrées tôt étaient plus âgées à la puberté de 6 mois que les génisses recevant du lait entier et sevrées tardivement (39). En augmentant chez les génisses Herefords, le niveau alimentaire 60 jours avant la saison prévue d'accouplement, on hâte l'apparition de la maturité sexuelle de 15,8 jours; inversement un retard de 30 jours et de 40 jours est observé en réduisant respectivement la ration de 20% et de 30% (5). Wiltbank *et al.*, (50) évoquent l'effet flushing et Lamond (27) celui du déséquilibre nutritionnel sur les performances de reproductions. Le tableau 2, montre que les âges au premier vêlage ont été en général plus bas en station qu'en milieu réel, et peut être la résultante d'une utilisation adéquate des pâturages et d'une bonne alimentation, effet confirmé par

Thimonnier *et al.*, (43). Quant aux bases physiologiques de la relation entre fertilité et niveau alimentaire, elles ne sont pas clairement définies: l'élévation du niveau nutritionnel peut être à l'origine d'un mécanisme physiologique encore mal connu; elle amènerait une réponse de l'axe hypothalamo-hypophysaire gonadotrope, et si la complémentation alimentaire est appliquée durant le post oestrus, elle permet la libération d'hormone lutéinisante, le développement et l'activité du corps jaune, et par conséquent les premières étapes du développement embryonnaire (26).

## Conclusion

En passant de l'âge maximum au premier vêlage de 39,1 mois en élevage extensif à 30,1 mois en élevage semi-intensif, le gain est de 9 mois (l'équivalent d'une durée de gestation). Ceci montre qu'en améliorant l'élevage de la génisse Borgou, on peut améliorer le poids des animaux et donc hâter leur maturité sexuelle, diminuer l'intervalle entre vêlage et réaliser des progrès génétiques.

L'amélioration des systèmes d'élevage bovin constitue un enjeu majeur pour le Bénin en matière de production de lait et de viande. Les efforts à fournir reposent sur l'élévation du niveau de technicité des éleveurs et celui du personnel technique d'encadrement dans le domaine de l'alimentation et de l'exploitation des pâturages. Le recours au laboratoire d'Ecologie Appliquée de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey Calavi pour la gestion et l'amélioration des pâturages communautaires serait un atout pour relever le niveau de fécondité des troupeaux bovins traditionnels du Bénin.

## Remerciements

Les auteurs adressent toute leur reconnaissance aux moines du Monastère de l'Etoile, pour avoir permis la collecte des données. Sincères remerciements à Mlle Sogbohossou Etotépé pour sa contribution, et aux Messieurs A. Adjovi, E. Aïssi, J. Dossou-Bodjrenou, D. Atacolodjou du Centre d'Élevage et d'Insémination Artificielle de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey Calavi.

## Références bibliographiques

1. Adam K.S. & Boko M., 1983, Le Bénin. Paris, Edicaf, 95 p.
2. Adamou-N'diaye M., 1994, Technologie du sperme de taureau de race Borgou. Thèse de Doctorat ès Sciences en Reproduction Animale. Faculté des Sciences et Techniques. Université François Rabelais de Tours. France, 136 pages.
3. Adamou-N'diaye M., Ogodja O.J., Gbangboché A.B., Adjovi A. & Hanzen Ch., 2000, Intervalle entre vêlage chez la vache Borgou au Bénin. Ann. Méd. Vét., 145: 130-136.
4. Akinokou O., 1970, A preliminary study of age at first calving and calving interval of herd of N' Dama cattle. Nigeria Agric. J, 7, (2) 148-151.
5. Bellows R.A., Thomas O.O., Riley T.M., Gibson R.B., Kieffer N.M., Urlick J.J. & Pahnish O.F., 1965, Feed effects on puberty in beef heifers. Proc. West. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci. 16 XII.
6. Bosticco A., Bononi A. & Cavioli M., 1970, Relationship between energy value of the ration and fertility in cattle. First results of a study on Friesian Calves. Atti della Società Italiana delle scienze veterinarie, 24, 322-323.
7. CIPEA, FAO, PNUE, 1979, Le bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale. Tome 1, Addis Abeba (Ethiopie), 153 p.
8. CIPEA, FAO, PNUE, 1979, Le bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale. Tome 2, Addis Abeba (Ethiopie), 308 p.
9. Clauss J., 1976, Produktionsleistung autochthoner Rinderrassen und Anätze zur Steigerung der Rindfleischerzeugung in der Feuchtsavanne Nigerias. Dr. Agr. Sc. Thesis, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, University of Goettingen, 128 p.
10. Cloudsley-Thompson J.L., 1966, Biometeorological problems in the ecology of animals in the tropics. Int. J. Biomet. 10 (3), 253-271.
11. Coulomb J., 1976, La race N'Dama: Quelques caractéristiques zootechniques. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. 29 (4), 367-380
12. Dawson F.L.N., 1967, Early service after calving. Vet. Rec. 81 (11), 269.



13. Dehoux J.P., 1994, Productivité de la race bovine Borgou en milieu traditionnel au Nord- Est du Bénin. Thèse de M.Sc. Institut de médecine Tropical, Anvers, Belgique.
14. Denis J.P., 1971, L'intervalle entre les vêlages chez le zébu Gobra (*Peulh sénégalais*). Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. **24** (4), 635-647.
15. Domingo A., 1976, Contribution à l'étude de la population bovine des Etats du Golfe du Bénin. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaires (EISMV)-Dakar-Sénégal. ACCT, janvier 1976, Paris-143 p.
16. Donaldson L.E., 1962, Some observations on the fertility of beef cattle in North Queensland. Aust. Vet. J. **38** (9), 447-454.
17. FAO, 1971, Sierra Leone-integrated development of the agricultural sector- the livestock industry. Technical Report N°6 ESE: SF SIL 3. Rome, FAO, 121 p.
18. Ferguson W., 1967, Muturu cattle of Western Nigeria. Parts 1 and 2. Journal of the West African Science Association, **13** (1), 29-44.
19. Fernando R., 1969, Alimentation et fertilité. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. **22** (2), 303.
20. Fernando R., Lagneau F. & Gervy R., 1964, Fumure phosphatée et fertilité de la vache laitière. V<sup>e</sup> Congrès international sur la reproduction animale et la fécondation artificielle. Section II, 39 vol III, 304-310.
21. Gilles G.S. & Allaire F.R., 1976, Relationship of age at first calving, days open, day dry and herd life to a profit function for dairy cattle. J. Dairy Sci. **59**, 1131-1139.
22. Hanzen Ch., Houtain J.Y., Laurent Y. & Ectors F., 1996, Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. Ann. Méd. Vét. **140**, 195-210.
23. IEMVT, 1971, Aménagement du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila. Maison - Alfort.
24. Kiser T.E., Dunlap S.E. & Benyshek L.L., 1979, The effect of cattle removal on oestrus response and pregnancy of cows after synchro - mate - B- treatment. J. Anim. Sci. **49** suppl 1., 309-310 (Abst.).
25. KLingborg D.J., 1987, Normal reproductive parameters in large California style dairies. Vet. Clin. North. Americ. Food. Anim. Practi. **3**, 483-499.
26. Lamming G., 1966, Nutrition and the endocrine system. Nutr. Abst. Rev. **36**, 1-13.
27. Lamond D.R., 1970, Influence of under nutrition on reproduction in the cow. Anim. Breed. Abstr. **38** (3), 359-372.
28. Laster D.B., Glimp B.A. & Gregory E.E., 1972, Age and weight at puberty and conception in different breeds and breeds-crosses of beef heifers. J. Anim. Sci. **34** (6), 1031-1036.
29. Leclerq P., 1970, L'élevage bovin dans la région maritime du Togo. Maisons Alfort, IEMVT, 115 p.
30. Legendre J., 1974, Le vêlage à deux ans des génisses charolaises. In: L'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes- VI<sup>e</sup> Journées d'information du Grenier de Theix, 249-261.
31. Lin C.Y., Mc Alliste A.J., Batra T.R., Lee A.J., Roy G.L., Vesely J.A., Wauthy J.M. & Winter K.A., 1986, Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. J. Dairy. Sci. **69**, 760-768.
32. Little W. & Kay R.M., 1979, The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. Anim. Prod. **29**, 131-142.
33. Mordant J. & Lebrun J.P., 1969, Le potentiel zootechnique de la Haute-Volta. Maison Alfort, IEMVT, 327 p.
34. Olutogun O., 1976, Reproductive performance and growth of N'Dama and Keteku cattle under ranching conditions in the Guinea savannah of Nigeria. Thèse Dr., Department of Animal Science, University of Ibadan, 292 p.
35. Pagot J. & Delaine R., 1959, Etude biométrique de la croissance des taureaux N'Dama. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. **12**, 405-416.
36. Reid J.T., Loosli J.K., Trimberger G.W., Turk K.L., Asdell S.A. & Smith S.E., 1964, Effect of nutrition during early life upon the performance of dairy cows. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Bull. n° 986.
37. Roberts C.J. & Gray A.R., 1973, Studies on trypanosome-resistant cattle 1: The breeding and growth performance of N'Dama, Muturu and zebu cattle maintained under the same conditions of husbandry. Trop Anim. Health Prod. **5**, 211-219.
38. Sada I., 1968, The length of the gestation period, calving interval and service period in indigenous West African cattle: N'Dama, West African Shorthorn and Sokoto Gudale Ghana J. Agric. Sci. **1**, 91-97.
39. Santhirasegaram K. & Blockey M.A., 1970, Effect of plan nutrition on the attainment of puberty by dairy heifers. XVIII<sup>th</sup> int. Dairy. Congr. Sydney. Vol. **1**, 554.
40. Sinsin B., Oloutan S., Ahanchédé A. & Oumoru A., 1989, Etudes agros-tologiques et bromatologiques dans le périmètre de Nikki, Kalalé et Ségbana. Rapport final. Abomey Calavi, Bénin, FSA/UAC, 120 p.
41. Smith M.F., Burell W.C., Shippl D., Sprott L.P., Songster W.N. & Wiltbank J.N., 1979, Hormonal treatments and use of calf removal in post-partum beef cows. J. Anim. Sci. **48**, 1285-1294.
42. Statistica 5.1, 1998, Stat soft France-31. Edition 98, Cours des Juillottes-94700 Maison Alfort, France.
43. Thimonier J., Chemineau P. & Gauthier D., 1984, Augmenter la fertilité des ruminants en zone tropicale, une réalité. Les colloques de INRA n° 20- Recherches Zootechniques, 97170. Petit-Bourg, Guadeloupe, F. W. I. 399-413.
44. Tidori E., Serres H., Richard D. & Adjuziogou J., 1975, Etude d'une population taurine de race Baoulé en Côte d'Ivoire. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop. **28** (4), 499-511.
45. Touchberry R.W., 1967, A study of the N'Dama cattle at the Musia Animal Husbandry Station in Sierra Leone. Urbana, University of Illinois Agricultural Research Station.
46. Vallet A. & Maniere J., 1988, L'infécondité en élevage bovin allaitant. Rec. Méd. Vét. **164**, 6-7.
47. Viaut P.L.S., 1966, La méthodologie pour un développement de l'élevage en harmonie avec l'ensemble du développement rural et exemple d'application AT. 2252, FAO - Rome, p. 22.
48. Weaver L.D. & Goodger W.J., 1987, Design and economic evaluation of dairy reproductive health programs for large dairy herds. Part 1. Compend. Contin. Educ. Pract. Vet. **9**, F297-F309.
49. Weijer J. & Tappan W.C., 1969, A genetic and commercial analysis of the Firestone plantation cattle herd. Research Department Report N°46. Monrovia, Firestone Plantations Company. Liberia.
50. Wiltbank J. & Anderson R., 1983, Using of O' Connor management system to improve production. Proceedings of the 32<sup>nd</sup> animal beef Cattle Short Course. University of Florida, May 4-6, 69-77.
51. Yesso P., Meyer C. & Yao K.M., 1986, Note technique. Opération 1.130: Reproduction des bovins et des ovins. Quelques résultats de la reproduction des bovins Baoulé et N'Dama au Centre Elevage Idessa de Bouaké- Côte d'Ivoire. IEMVT/CIRAD, France, 15 p.
52. Youssao A.K.I., Ahissou A., Mchaux C., Farnir F., Touré Z., Idrissou Z. & Leroy P.L., 2000, Facteurs non- génétiques influençant le poids et la croissance de veaux de race Borgou à la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. **53** (3), 285- 292.
53. Zamjanis R., Fahning M.L. & Schultz R.H., 1969, Anestrus. The practitioners dilemma. Vet. Scope, **14**, 15.

M. Adamou-N'Diaye, Béninois, Docteur d'Etat ès Sciences en reproduction des animaux domestiques, Enseignant, Chercheur au Département des Productions animales, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey Calavi, 01 BP526, Bénin. Directeur du Centre d'Elevage et d'Insémination artificielle.

A.B. Gangboché, Béninois, Ingénieur d'Elevage, DES Sciences Vétérinaires tropicales, Doctorant en sciences vétérinaires à l'Université de Liège. Chercheur au Centre d'Elevage et d'Insémination Artificielle.

I. Daouda, Béninois, Ingénieur agronome, DEA en Biologie animale, Docteur en biologie animale, Chercheur au Centre d'Elevage et d'Insémination Artificielle.

# Estimation des besoins énergétiques du porc local du Bénin en croissance entre 7 et 22 kg de poids vif

A.B. Codjo

Keywords: Pig- Indigenous- Energy- Crude fiber- Growth- Digestibility

## Résumé

Trente-six porcelets (18 castrats et 18 femelles) de race locale du Bénin ont été répartis à sexe ratio égal entre deux régimes alimentaires isoprotéiniques de densité énergétique différente: soit 13,49 MJ/kg MS pour le régime alimentaire HE et 12,24 MJ/kg MS pour le régime alimentaire LE correspondant respectivement à 87,3% et 79,3% des recommandations de l'INRA (12) pour porc de race améliorée en croissance de 5 kg à 25 kg de poids vif. Le taux de cellulose était respectivement de 4,40% et 9,02% dans l'aliment HE et LE. Les porcs ont été élevés de 7 kg à 22 kg poids vif environ pour les deux aliments.

Il n'y avait pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les porcs des deux aliments en terme de consommation alimentaire (723 g MS/j et 709 g MS/j), de gain de poids moyen quotidien (200 g/j et 182 g/j) et d'indice de consommation (3,86 et 3,97). La consommation moyenne en énergie métabolisable a été plus élevée ( $p < 0,01$ ) chez les porcs de l'aliment à forte densité énergétique HE comparés à leurs homologues de l'aliment LE soit respectivement 9,75 MJ/j et 8,68 MJ/j. Ceci s'est traduit par un poids de panne plus élevé ( $p < 0,05$ ), un lard dorsal relativement plus épais bien que non significatif ( $p > 0,05$ ) et un pourcentage de la longe plus faible ( $p < 0,05$ ) chez les porcs du régime alimentaire HE comparés à ceux du régime alimentaire LE soit respectivement 528 g et 330 g; 1,3 cm et 0,9 cm; 13,6% et 15,4%. Ainsi, la densité énergétique de l'aliment LE apparaît plus indiquée pour le porc local du Bénin, en phase de croissance entre 7 et 22 kg de poids vif. Le taux de cellulose élevé dans l'aliment LE s'est traduit par un pourcentage de poids du tube digestif vide plus élevé chez les porcs nourris avec cet aliment LE comparés à leurs homologues de l'aliment HE.

## Summary

### Estimation of Energy Requirement of Benin Indigenous Pigs during Growing Period from 7 to 22 kg Liveweight

Thirty-six Benin indigenous piglets (18 castrated and 18 females) were allocated to two isoproteinic experimental diets: diet HE contained 13.49 MJ metabolizable energy /kg DM while diet LE contained 12.24 MJ EM/kg DM, equivalent to 87.4% and 79.3% of energy allowances recommended by INRA (12) for improved growing pigs from 5 kg to 25 kg liveweight. Crude fiber level was 4.40% and 9.02% (as fed basis) in diet HE and diet LE respectively. The piglets were raised from 7 kg to 22 kg liveweight.

Feed consumption, average daily gain and feed conversion ratio were 723 g/d and 709 g/d ( $p > 0.05$ ); 200 g and 182 g ( $p > 0.05$ ); 3.86 and 3.97 ( $p > 0.05$ ); for pigs on diet HE and diet LE respectively. But metabolizable energy intake of pigs on diet HE was significantly higher ( $p < 0.01$ ) than to those on low energy diet LE (9.75 MJ/d versus 8.68 MJ/d). This difference in energy intake has resulted in higher ( $p < 0.05$ ) kidney fat (528 g versus 330 g), higher though non significant ( $p > 0.05$ ) loin backfat thickness (1.3 cm versus 0.9 cm) and lower ( $p < 0.05$ ) percentage of longissimus dorsi muscle (13.6% versus 15.4%) in pigs fed with diet HE compared to those on diet LE. Thus, for Benin local indigenous pig from 7 to 22 kg liveweight, the low energy allowance 12.24 MJ EM/kg DM looked more appropriate. High crude fiber level in diet has resulted in higher digestive tract percentage in pigs fed diet LE compared to those on diet HE.

## Introduction

Au Bénin, le porc local est le plus élevé par les producteurs et sa viande, comparée à celle du porc de race améliorée, est plus appréciée des consommateurs (4). Le porc local du Bénin est un porc de petit format et dont quelques caractéristiques phénotypiques et zootechniques ont été décrites par d'Orgeval *et al.* (5) et sont spécifiques d'un type de porc de petite taille à robe noire que l'on retrouve aussi au Nigeria (7). Ainsi le poids vif au sevrage (7-8 semaines d'âge) de porc local de cette région est compris entre 5 et 6 kg (5, 7). D'après les normes

d'alimentation de l'Institut National de Recherche Agronomique (12), cette classe de poids correspond au porcelet démarrage premier et deuxième âges. Ces normes d'alimentation ayant été élaborées pour des porcs de race améliorée (Large-White, Landrace, etc.), elles ne peuvent être appliquées pour les races locales non améliorées dont les vitesses de croissance sont différentes de celles des premières, toutes choses restant égales par ailleurs (10). De plus, quelques rares études (25, 26) ont révélé une capacité d'utilisation des constituants alimentaires iden-

tiques entre porcs locaux et porcs améliorés pour différents niveaux de fibres dans la ration.

L'objectif de l'essai était d'étudier, chez le porc local du Bénin, les effets de deux niveaux d'énergie de la ration, niveaux en deçà des normes d'apports énergétiques dans l'aliment recommandées par l'INRA (12) pour des poids de porcs compris entre 5 et 25 kg.

## Matériel et méthodes

### Traitements alimentaires

Deux régimes alimentaires sont comparés: il s'agit de deux aliments composés complets uniques à densité énergétique différente: l'aliment HE de densité énergétique égale à 13,49 MJ/kg MS et l'aliment LE de densité énergétique égale à 12,42 MJ/kg MS correspondant respectivement à 87,4% et 79,3% des recommandations en énergie métabolisable de l'INRA (12) pour porc de poids vif compris entre 5 et 25 kg. Dans le tableau 1 sont présentées la composition et la valeur alimentaire des deux régimes alimentaires HE et LE. Excepté le niveau d'énergie, les deux traitements alimentaires n'étaient pas différents quant aux autres constituants alimentaires. Cependant du fait de la substitution du maïs de l'aliment HE par le son de blé et le tourteau de palmiste dans l'aliment LE, le taux de cellulose et celui des graisses totales sont plus élevées dans l'aliment LE comparé à l'aliment HE.

**Tableau 1**  
**Composition et valeur alimentaire des aliments**

Matières premières (%)	Aliments	
	HE	LE
Maïs	59,0	0,0
Son de blé	17,5	50,0
Tourteau de palmiste	0,0	40,0
Tourteau d'arachide	13,0	0,0
Farine de poisson	9,0	9,0
Sel (NaCl)	0,4	0,4
Phosphate tricalcique	1,0	0,5
CMV <sup>1</sup>	0,1	0,1
Total % d'aliment	100	100
Valeur des aliments (% de l'aliment)		
Matière sèche	87,59	88,89
Energie métabolisable (KJ/kg MS) <sup>3</sup>	13,49	12,24
Energie nette (KJ/kg MS) <sup>4</sup>	9,91	8,74
Protéines brutes	19,01	19,81
Lysine <sup>2</sup>	0,92	1,01
Acides aminés sulfurés <sup>2</sup>	0,68	0,72
Graisses totales	1,59	4,92
Extractif non azoté	55,70	47,74
Cellulose brute	4,40	9,02
Calcium	0,82	0,71
Phosphore total	0,52	0,47

<sup>1</sup> CMV: Complément minéral vitaminique

<sup>2</sup> Valeurs calculées à l'aide des données de table (11)

<sup>3</sup> Valeurs calculées à partir de l'équation 17 établie par Noblet *et al.* (15)

<sup>4</sup> Valeurs calculées à partir de l'équation 1 établie par Noblet *et al.* (15)

### Animaux et dispositif expérimental

Trente-six (36) porcelets de race locale du Bénin à robe noire ont été répartis en 6 lots de 6 porcs dont 3 mâles et 3 femelles. A chacun des deux traitements alimentaires HE et LE sont affectés 3 lots. Les 6 porcs d'un même lot ont été hébergés et nourris dans un même box avec 0,76 m<sup>2</sup> d'aire de couchage et 0,60 m<sup>2</sup> d'aire d'exercice par porc. Les porcs sont nourris à volonté; le renouvellement de l'aliment a lieu deux fois par jour, à 8 h et à 17 h. L'aliment est servi mouillé dans la proportion 1:1.

Après la pesée initiale, les porcs sont pesés une fois par semaine jusqu'à un poids vif final de fin d'étude fixé entre 21 et 23 kg, correspondant au poids moyen d'abattage des porcs locaux au Bénin (2). Le poids vif initial moyen par porcelet était de 7,25 kg et 7,19 kg respectivement pour les aliments HE et LE.

Au cours de la période de croissance, de manière simultanée deux à deux et à des poids identiques, des mesures de digestibilité des aliments ont été faites sur trois porcs mâles castrés de chaque aliment. L'étude de digestibilité a été faite par marquage des aliments à l'oxyde de chrome (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Cette étude comprend une période de précollecte de 7 jours et une période de collecte de fèces de 4 jours. Durant ces deux périodes, l'animal nourri à volonté est isolé dans une loge pour permettre son alimentation et la collecte des fèces. Cette collecte de fèces a été faite, à 8 h 15 et à 17 h 15 après la distribution des repas; 300 g de fèces environ sont collectés à chaque fois et ont été conservés à -20 °C jusqu'au moment des analyses.

### Etude de carcasse

En fin d'étude de croissance, 6 porcs par aliment (3 castrats et 3 femelles) ont été abattus et ont fait l'objet d'étude de carcasse par le schéma de découpe selon Pond & Maner (18). A l'abattage, les pesées suivantes ont été faites: carcasse chaude, panne et tube digestif sans œsophage et vidé de son contenu. La mesure du lard dorsal et la découpe en morceaux ont porté sur la demi-carcasse gauche qui a été préalablement réfrigérée à + 4 °C pendant 20 à 24 heures.

### Analyse de laboratoire

Les dosages de matière sèche, cendres, matières azotées totales (N x 6,25), graisses totales et cellulose brute dans les aliments et les fèces ont été faits selon les méthodes officielles (1). Le dosage du chrome dans les aliments et dans les fèces a été réalisé suivant la méthode décrite par François *et al.* (9).

### Traitement des données

Des valeurs moyennes par traitement alimentaire des données de croissance (poids, consommation alimentaire et indice de consommation) ont été calculées en considérant le lot comme répétition. Quant aux données d'étude de carcasse et d'étude de digestibilité, chaque animal a représenté l'unité expérimentale (répétition), soit 6 répétitions et 3 répétitions par traitement alimentaire respectivement pour les données d'étude de carcasse et celle de digestibilité. Pour ces différents paramètres, une comparaison des deux ali-

ments a été réalisée à l'aide du test de Student (22). Les analyses statistiques ont été faites à l'aide du logiciel Solo (11).

## Résultats

### Généralités

Au cours de l'essai, un porc du traitement alimentaire LE a été sorti pour raison de santé. En dehors de ce cas, l'état général des animaux était satisfaisant, tout au long de l'essai. Les températures maxima et minima enregistrées dans le bâtiment d'élevage au cours de l'essai, étaient en moyenne de 31 °C et 26 °C. L'humidité relative était de 78% en moyenne.

### Croissance pondérale et consommation alimentaire (Tableau 2)

Les poids vifs finaux moyens (préfixés) des porcs n'étaient pas différents d'un traitement à l'autre ( $p > 0,05$ ), soit 22,06 kg et 22,13 kg respectivement pour l'aliment HE et l'aliment LE. Ces poids vifs finaux ont été atteints respectivement après 80 jours et 84 jours d'essai. Cette différence en durée d'engraissement entre les deux traitements, non significative ( $p > 0,05$ ), s'est traduite par des gains de poids moyen quotidien statistiquement identiques ( $p > 0,05$ ), soit 200 g/j et 184 g/j respectivement pour l'aliment HE et l'aliment LE. Il n'y avait pas de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les porcs des deux aliments en terme de consommation alimentaire (723 g MS/j et 709 g MS/j) et d'indice de consommation (3,86 et 3,97). En revanche, la consommation moyenne en énergie métabolisable a été plus élevée ( $p < 0,01$ ) chez les porcs de l'aliment à forte densité énergétique HE comparés à leurs homologues de l'aliment LE soit respectivement 9,75 MJ/j et 8,68 MJ/j.

**Tableau 2**  
Résultats techniques de consommation alimentaire et de croissance pondérale

	Aliments		
	HE	LE	SE <sup>1</sup>
Poids initial moyen (kg)	7,25	7,19	0,02NS
Poids final moyen (kg)	22,06	22,13	0,16NS
Durée en engraissement (j)	80	84	3NS
Consommation alimentaire (g MS/j)	723	709	16NS
Consommation énergétique (MJ EM/j)	9,75	8,68	0,20**
Gain quotidien (g/j)	200	182	11NS
Indice de consommation (g MS aliment/g de gain de poids)	3,86	3,97	0,15NS
Coefficient d'efficacité énergétique (g gain de poids/ MJ EM ingéré)	19,2	20,5	0,8NS
Coefficient d'efficacité protéique (g gain de poids/g protéines brutes ingérées)	0,54	0,57	0,04NS

<sup>1</sup> SE: standard error of difference of mean, NS= T test non significatif ( $P > 0,05$ ); \* = T test significatif avec  $p < 0,05$ ; \*\* = T test significatif avec  $p < 0,01$ .

### Digestibilité des aliments (Tableau 3)

Les coefficients de digestibilité de la matière organique et de l'extractif non azoté chez les porcs de l'aliment à densité énergétique élevée (HE), ont été respectivement de 10,2 et 11,4 points plus élevés ( $p < 0,01$ ) comparés à ceux des porcs de l'aliment LE. La digestibilité de la cellulose brute a été relativement ( $p > 0,05$ ) plus élevée chez les porcs de l'aliment LE, soit 33,49% contre 25,42% chez les porcs de l'aliment HE. On a observé la même tendance pour les graisses totales dont le coefficient de digestibilité était de 43,11% chez les porcs de l'aliment LE originellement à forte teneur en graisses totales (Tableau 1), contre 25,42% chez les porcs de l'aliment HE.

**Tableau 3**  
Coefficients de digestibilité apparente (%)

	Aliments		
	HE	LE	SE <sup>1</sup>
Matière organique (%)	81,21	70,97	2,03**
Protéine brute (%)	76,53	73,68	3,09NS
Graisses totales (%)	43,11	69,09	10,96NS
Cellulose brute (%)	25,42	33,49	5,54NS
Extractif non azoté (%)	88,37	76,99	1,27**

<sup>1</sup> SE: standard error of difference of mean, NS= T test non significatif ( $P > 0,05$ ); \* = T test significatif avec  $p < 0,05$ ; \*\* = T test significatif avec  $p < 0,01$ .

### Etude de carcasse (Tableau 4)

Le poids de panne plus faible ( $p < 0,05$ ) chez les porcs de l'aliment à faible densité énergétique (LE) comparé à l'aliment HE et la valeur de lard dorsal relativement plus élevée bien que non significative ( $p > 0,05$ ) chez les porcs de cet aliment HE, faisait apparaître une tendance à la production de gras chez le porc local avec un niveau d'énergie élevé dans la ration. Ceci a été confirmé par un pourcentage de la longe élevé ( $p < 0,05$ ) dans la carcasse des porcs nourris avec l'aliment à faible densité énergétique (LE) comparé à celui de la carcasse de leurs homologues de l'aliment (HE), soit 15,4% et 13,6% respectivement. Le pourcentage de tube digestif est élevé ( $p < 0,05$ ) chez les

**Tableau 4**  
Résultats de découpe de carcasse

	Aliments		
	HE	LE	SE <sup>1</sup>
Poids d'abattage moyen (kg)	20,83	20,75	0,40NS
Rendement carcasse (%)	71,8	71,3	1,1NS
Épaisseur du lard dorsal (niveau dernière côte) (cm)	1,3	0,9	0,2NS
Panne (g)	528	330	70*
Jambon (%)	26,8	26,5	1,4NS
Longe (%)	13,6	15,4	0,8*
Tube digestif (%)	8,2	10,3	0,8*

<sup>1</sup> SE: standard error of difference of mean, NS= T test non significatif ( $P > 0,05$ ); \* = T test significatif avec  $p < 0,05$ ; \*\* = T test significatif avec  $p < 0,01$ .

porcs de l'aliment LE comparé à celui des porcs de l'aliment HE, soit respectivement 10,3% et 8,2%.

### Discussion

L'objectif de l'essai était d'évaluer l'effet sur la croissance pondérale, la qualité de carcasse, chez le porc local du Bénin, de deux aliments de densité énergétique différente: l'aliment HE de niveau énergétique (énergie métabolisable) égal à 87,4% et l'aliment LE de densité énergétique égale à 79,3% des recommandations de l'INRA (12) en énergie métabolisable pour porc de race améliorée en croissance de 5 à 25 kg de poids vif. Sous réserve de l'effet du nombre faible de répétitions dans cette étude, les résultats enregistrés, chez les porcs des deux aliments à des poids moyens vifs initiaux et finaux statistiquement identiques, à savoir:

- une consommation énergétique plus élevée chez les porcs de l'aliment à forte densité énergétique (HE);
  - des gains de poids moyens quotidiens, des consommations alimentaires et des indices de consommation quasi identiques chez les porcs des deux aliments;
  - des carcasses à tendance plus maigres chez les porcs de l'aliment à faible densité énergétique (LE);
- indiquent que chez le porc local à l'engrais, entre 7 kg et 22 kg de poids vif, une densité énergétique de l'aliment de 13,49 MJ EM /kg MS est trop élevée. Un niveau d'énergie dans l'aliment proche de 12,24 MJ EM /kg MS est plutôt recommandable, ceci équivaut dans notre étude à un apport énergétique moyen de 8,7 MJ EM /jour.

Le porc local du Bénin présente des similitudes de format et de croissance avec les races indigènes de porc de l'Inde (14) et du Sri Lanka (10). Ces porcs sont souvent désignés sous la terminologie «races non améliorées» en raison, en général, de leurs faibles performances de production (croissance et reproduction). Verhulst (24) rapporte les recommandations en apport énergétique de Fuller (8) pour les races de porcs non améliorées en croissance entre 10 et 20 kg, soit 9,8 MJ /jour d'énergie digestible, ce qui équivaut environ à 9,31 MJ/j d'énergie métabolisable sur la base d'un rapport Energie métabolisable / Energie digestible de 0,95 (12). Une autre caractéristique des porcs locaux de races non améliorées, est la tendance à produire des carcasses relativement grasses à des poids relativement peu élevés. Ainsi le pourcentage de tissu adipeux d'un porc local du Nigeria (homologue du porc local du Bénin), mâle castré, pesant 65 kg environ, est estimé à 31% (7), alors qu'il n'est que de 15% chez un castrat de poids similaire de race améliorée Large White (19). De part l'évolution de sa composition corporelle avec l'évolution pondérale, le porc local du Nigeria (7) (homologue du porc local du Bénin) est à rapprocher du porc de race Meishan (19). Partant de cette similitude entre le porc local du Bénin et le porc de race Meishan, et sur la base des équations établies par Noblet *et al.* (17) pour le calcul des besoins en énergie de différentes races de porc en croissance, l'énergie métabolisable de maintenance (EMm) des porcs des aliments HE et LE peut être estimée à 4,69 KJ/j. Ainsi, dans notre essai,

l'énergie métabolisable pour la production est par conséquent de 47,7 KJ/g de gain de poids pour les porcs de l'aliment à faible densité énergétique (LE) et de 48,7 KJ/g de gain de poids pour les porcs de l'aliment HE.

L'utilisation digestive des aliments de notre essai a été beaucoup tributaire de leur taux de cellulose brute. Ainsi la réduction significative de la digestibilité de la matière organique chez les porcs de l'aliment LE comparée à celle des porcs de l'aliment HE s'explique, au moins en partie, par le taux de cellulose élevé de l'aliment LE. Roth & Kirchgessner (20) ont enregistré des résultats de digestibilité similaires sur des porcs de race européenne en croissance. L'accélération du transit digestif, conséquence d'un niveau élevé de cellulose dans l'aliment est souvent considéré comme la principale cause de la baisse de digestibilité de la matière organique (6, 21). Le taux de cellulose brute élevé dans l'aliment LE comparé à celui de l'aliment HE, s'est aussi traduit par un poids du tube digestif plus important et confirme les observations d'autres auteurs (13, 23). Ces résultats sur le développement du tube digestif dans notre essai sont dus à une densité volumétrique plus élevée (15) de l'aliment LE du fait d'un pourcentage plus important de tourteau de palmiste et de son de blé dans cet aliment comparé à l'aliment HE.

### Conclusion

Malgré le nombre relativement faible d'animaux par aliment, le présent essai a permis d'établir, certes de manière approximative, un niveau des besoins énergétiques du porc local du Bénin en croissance entre 7 kg et 22 kg de poids vif. Ceci permet de rendre plus rationnelle l'alimentation de ce type racial de porc dont les normes d'alimentation sont encore mal connues, malgré son importance démographique dans les régions du sud de l'Afrique de l'Ouest et malgré l'intérêt des producteurs de porc pour sa rusticité. Compte tenu du coût relativement élevé des sources de matières azotées, l'ajustement des besoins en matières azotées et principalement en acides aminés essentiels (lysine, acides aminés soufrés, etc.) aux besoins énergétiques du porc local est nécessaire.

L'essai a aussi permis de montrer une adaptation physiologique du porc local, par le développement du tractus digestif, à l'utilisation des aliments fibreux. La capacité d'utiliser des aliments fibreux est-elle une caractéristique de la race et/ou une adaptation physiologique liée à l'ingestion d'aliment fibreux? Cette dernière question est d'autant plus importante à élucider dans le contexte d'élevage porcin peu intensif de nos régions, caractérisé par l'utilisation d'aliments relativement fibreux (24).

### Remerciements

L'auteur remercie Messieurs I. Bouraïma et V. Anagonou pour leur assistance technique au cours de ce travail.

## Références bibliographiques

1. AOAC, 1985, Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
2. Codjo A.B., 1994, Effet du taux de cellulose brute dans la ration sur les performances zootechniques et économiques du porc local au Bénin. Thèse de MSc. 22, IMT, Anvers, Belgique, 66 p.
3. Direction Nationale de l'Elevage, 1988, Programme de relance de l'élevage de porc au Bénin Cotonou, Bénin, 34 p.
4. d'Orgeval R., Nonfon W.R & Dèka E., 1989, Evaluation des performances du porc local au Bénin. Séminaire sur la production porcine en Afrique tropicale. Yaoundé, Cameroun, 11-16 décembre 1989, 10 pp.
5. Ehle F.R., Jeraci J.L., Robertson J.B. & Van Soest P.J., 1982, The influence of dietary fiber on digestibility, rate of passage and gastrointestinal fermentation in pigs. *J. Anim. Sci.* 55, 1071-1081.
6. Essien A.I. & Fetuga B.L., 1988, Estimating the mature bodyweight of indigenous Nigerian pigs using body weight and tissues composition changes with age. *Beiträge zur tropischen Landwirtschaft und veterinärmedizin*, 26, 197-203.
7. Fuller M.F., 1987, Nutrition and feeding. Proceedings of a seminar on pig production in tropical and sub-tropical regions, Suchow, China, 21-25 September 1987, Edit. FAO, Rome 1988.
8. François E., Thill N. & Thewis A., 1978, Méthode rapide de dosage de l'oxyde de chrome dans les aliments, les fèces et les contenus digestifs par titrage après oxydation nitro-perchlorique. *Annales de Zootechnie* 27, 355-361.
9. Goonewardene L.A., Sahaayaruban P., Rajamahendran R. & Rajaguru A.S.B., 1984, A study of some production traits among indigenous pigs in Sri Lanka and its crosses with improved white breeds. *World Review of Animal Production*, 20, 45-49.
10. Hintze J., 1991, Solo 4.0 BMDP Statistical Software, Los Angeles, California, 90025 (213) 479-779.
11. INRA, 1989, L'alimentation des animaux monogastriques: porcs, lapins, volailles. 2<sup>ème</sup> édition, INRA, Paris, France, 282 p.
12. Kass L.M., Van Soest P.J. & Pond W.G., 1980, Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. 1. Apparent digestibility of diets components in specific segments of the gastrointestinal tract. *J. Anim. Sci.*, 50, 175-191.
13. Lakhami G.P. & Bhadavia S.S., 1991, Studies on performance of indigenous pigs at livestock farm, Japalpur. *Indian Journal of Animal Research*, 25, 56-58.
14. Longe O.G. & Fagbenro-Byron J.O., 1990, Composition and physical characteristics of some fibrous wastes and by-products for pig feeds in Nigeria. *Beiträge zur tropischen Landwirtschaft und veterinärmedizin*, 28, 199-205.
15. Noblet J., Fortune H., Dubois S. & Henry Y., 1989, Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc. *Institut National de Recherche*, Paris, France, 106 p.
16. Noblet J., Karege C., Dubois S. & van Milgen J., 1999, Metabolic utilization and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. *J. Anim. Sci.*, 77, 1208-1216.
17. Pond W.G. & Maner J.H., 1974, Swine production in temperate and tropical environments. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 646 p.
18. Quiniou N. & Noblet J., 1995, Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 73, 1567-1575.
19. Roth F.X. & Kirchgessner M., 1985, Verdaulichkeit und intestinale passagerate beim Schwein in Abhängigkeit von Fütterungsniveau und Rohfasergehalt des Futters. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde* 53, 254-264.
20. Sandoval R.A., Nielsen T.K. & Sorensen P.H., 1987, Effects of fibre on nutrient digestion and time of passage in growing pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 37, 367-373.
21. Snedecor G.W. & Cochran W.G. 1967, Statistical methods. Sixth edition, the Iowa State University Press Ames, USA, 593 p.
22. Stanogias G. & Pearce G.R., 1985, The digestion of fibre by pigs. 3. Effects of amount and type of fibre on physical characteristics of segments of the gastrointestinal tract. *Br. J. Nutr.*, 53, 537-548.
23. Verhulst A., 1993, Lessons from field experience in the development of monogastric animal production. *In: Strategies for sustainable animal agriculture in developing countries*. Simon Mack (eds), FAO Animal Production and Health paper 107, FAO, Rome, 262-271.
24. Zhen-Ying Z., 1985a, On the biological and economic traits of ten Chinese indigenous breeds of pigs. Part 1. *Pig News and Information*, 6, 301-309.
25. Zhen-Ying Z., 1985b, On the biological and economic traits of ten Chinese indigenous breeds of pigs. Part 2. *Pig News and Information*, 6, 425-431.

A.B. Codjo, Ingénieur agronome, M.Sc. Production animale, DEA Nutrition, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 526 Cotonou, Bénin.

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

# Hematological Characteristics of Ducks (*Cairina moschata*) of Southeastern Nigeria

N.J. Okeudo, I.C. Okoli\* & G.O.F. Igwe

Keywords: Duck- Hematology- Serum chemistry- Southeastern Nigeria

## Summary

Morning (9-10 am) blood samples collected through the wing veins of six males and six females clinically healthy adult ducks (*Cairina moschata*) were used to study the hematological profile and serum chemistry of southeastern Nigerian ducks. Packed cell volume (PCV) and hemoglobin concentration (HBC) means were  $46.00 \pm 1.73\%$ ,  $41.17 \pm 3.13\%$  and  $15.67 \pm 0.29$  g%,  $14.17 \pm 1.13$  g% for drakes and ducks respectively indicating significant differences ( $P < 0.01$ ) between male and female values. Mean erythrocytes sedimentation rate (ESR) of the drakes ( $1.63 \pm 0.35$  mm/hr.) was significantly different ( $P < 0.05$ ) from the  $1.95 \pm 0.30$  mm/hr observed in the ducks. Male and female blood coagulation time (BCT) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) values were  $1.55 \pm 1.00$  and  $1.85 \pm 11.05$  seconds and  $34.07 \pm 1.01\%$ ,  $34.42 \pm 2.13\%$  respectively. Leukocyte count indicated no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the males and females. Again, heterophils and lymphocytes counts did not reveal significant differences ( $P > 0.05$ ) between the male and female birds. The mean serum protein value of the females ( $12.07 \pm 1.59/100$  ml) was significantly higher ( $P < 0.01$ ) than the  $6.87 \pm 0.42$  g/100 ml recorded in males. Mean serum calcium and phosphorous levels were also significantly different ( $P < 0.01$ ) at  $7.43 \pm 0.75$  mg/dl,  $8.52 \pm 0.58$  mg/dl and  $3.20 \pm 1.51$  mg/dl,  $7.98 \pm 1.39$  mg/dl in the males and females respectively.

## Résumé

### Caractéristiques hématologiques des canards (*Cairina moschata*) du sud-est du Nigeria

Des échantillons de sang prélevés, dans les veines d'ailes, de six femelles et de six mâles des canards (*Cairina moschata*) ont été collectés les matins entre 9 et 10 heures afin d'étudier leurs profils hématologiques ainsi que la composition chimique du sérum. Les résultats obtenus montrent que le volume des cellules tassées (VCT) et la concentration en hémoglobine (CHB) étaient très hautement significatifs ( $P < 0,01$ ) entre les mâles et les femelles. Les moyennes du VTC étaient respectivement de  $46,00 \pm 1,73\%$  et de  $41,17 \pm 3,13\%$  pour les mâles et pour les femelles alors que la CHB était de  $15,67 \pm 0,29$  g% et de  $14,17 \pm 1,13$  g% respectivement pour les mâles et pour les femelles. Le taux de sédimentation des érythrocytes (TSE) des mâles ( $1,63 \pm 0,35$  mm/h) était significativement différent ( $P < 0,05$ ) des femelles ( $1,95 \pm 0,30$  mm/h). Le temps de coagulation du sang (TCS) et la concentration moyenne de l'hémoglobine corpusculaire (CMHC) étaient respectivement de  $1,55 \pm 1,00$  et de  $1,85 \pm 11,05$  secondes; ainsi que de  $34,07 \pm 1,01\%$  et de  $34,42 \pm 2,13\%$  pour les mâles et pour les femelles. Le nombre de leucocytes, d'hétérophiles et de lymphocytes n'a montré aucune différence significative entre les mâles et les femelles ( $P > 0,05$ ). Par contre, la valeur moyenne de protéines ainsi que les niveaux du calcium et du phosphore dans le sérum des femelles était hautement significativement différents ( $P < 0,01$ ) entre les mâles et les femelles. La valeur moyenne de protéines était respectivement de  $12,07 \pm 1,59$  g/100 ml et de  $6,87 \pm 0,42$  g/100 ml chez les femelles et chez les mâles alors que pour le calcium, les niveaux étaient respectivement de  $7,43 \pm 0,75$  mg/dl et de  $8,52 \pm 0,58$  mg/dl chez les mâles et chez les femelles. Le niveau de phosphore était de  $3,20 \pm 1,51$  mg/dl et de  $7,98 \pm 1,39$  mg/dl respectivement pour les mâles et pour les femelles.

## Introduction

Domestic ducks are raised throughout the tropics, but are most numerous in regions of high rainfall, riverine areas, deltas and coastal districts. Under extensive management, which is their most common system of management in the rainforest zone of southern Nigeria, ducks form efficient scavengers and foragers

of household wastes (10, 12). Even under adverse conditions such as high rainfall, temperature, excessive humidity and poor housing, ducks exceed the best of laying strains of chicken in livability (13). They also have the additional advantage of immunity to the most prevalent disease problems of gallinaceous birds (17).

Department of Animal Science and Technology, Federal University of Technology Owerri, P.M.B. 1526, Owerri, Imo State, Nigeria.

\*Corresponding author: Dr. I.C. Okoli, Tropical Animal Health And Production, Research Laboratory, Department of Animal Science and Technology, Federal, University of Technology Owerri, P.M.B. 1526, Owerri, Imo State, Nigeria. E-mail: [icokoli@futo.edu.ng](mailto:icokoli@futo.edu.ng)

Received on 22.05.02. and accepted for publication on 04.12.02.

In southeastern Nigeria, ducks are kept for sale and home consumption (9). Nigerian local ducks are known to be good meat producing Muscovy strains that have the ability to withstand extremely hot ambient temperatures better than chickens (8, 16, 17). However, under the present system of extensive management, they perform rather poorly and remain prejudiced poultry species in much of the areas where they are found in Nigeria (16). Thus, the actual potential of this Muscovy duck under the humid tropical conditions of Nigeria remains largely unknown (13).

Improving the productivity of any animal necessitates the understanding of its physiology including hematological characteristics. Hematological studies are usually undertaken to establish the diagnostic baselines of blood characteristics for routine management practices of farm animals (18, 19). For example, hematological constituents usually reflect the physiological responsiveness of the animal to its external and internal environments and thus serve as a veritable tool for monitoring animal health (20, 21).

Since strong differences are reported between hematological characteristics of local breeds of ducks from different geographical and agricultural zones of the world (24, 27), there is the need to establish the diagnostic blood profile or characterize the hematological baselines for the Nigerian ducks.

The present study aims at establishing the hematological values of the local duck of southeastern Nigeria.

## Material and methods

### Experimental animals

Six adult male and 6 adult female ducks (*Cairina moschata*) aged about 4 months were purchased from a local farm and used for the study. The birds were dewormed with piperazine wormer-17 (Pfizer) and placed on dip litter in a conventional open sided poultry pen at the Teaching and Research Farm of the Federal University Technology Owerri for 90 days before commencement of the study. They were fed a commercial grower ration which on analysis contained 89.69% dry matter, 22.13% crude protein, 13.15% crude fiber, 19.47% ether extract, 14.35% ash and 3.57% nitrogen free extract. Fresh clean water was offered *ad libitum*. The birds were aged approximately seven months (28 weeks) at the time of bleeding and had mean body weight of 3.53 kg and 2.88 kg for ducks and drakes respectively. They were also certified clinically healthy at the time of bleeding.

### Blood collection

The birds were bled between 9 and 10.30 am from a punctured wing vein to aspirate 7 ml of blood from each bird. Two milliliter of each blood sample was discarded into Ethylene Di-amine Tetra Acetic acid (EDTA) treated Bijou bottles for hematological assay. The remaining 5 ml of each blood sample were allowed to coagulate to produce sera for blood chemistry measurements.

### Blood analysis

Blood samples were analyzed within 3 hours of their collection for total erythrocyte and leukocyte counts, hematocrit (PCV), hemoglobin, erythrocyte sedimentation rate (ESR) and differential leukocyte count according to the methods described by Dein (4). Erythrocyte count (RBC) was done in a hemocytometer chamber. Total leukocyte count was obtained using a hemacytometer with Natt and Henrick's diluent to obtain an 1:200 blood dilution. The number of leukocytes were thereafter estimated as total WBC/ul= number of cells to total WBC x 200. PCV was measured by the microhematocrit method with 75 x 16 mm capillary tubes filled with blood and centrifuged at 3000 rpm for 5 min. Differential count of leukocytes was made from blood smears stained with Wright's dye and each type of cell was counted with a laboratory counter. Hemoglobin concentration (HBC) was also measured by the cyanmethemoglobin method.

Various hematological indices like mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular volume (MCV) and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) were calculated from results obtained.

Erythrocyte sedimentation rate (ESR) was determined within six hours of sample collection according to the methods described by Orji *et al.* (19). Clotting time was determined using the glass slide method (2).

### Blood chemistry

The bottles of coagulated blood were subjected to standard method of serum separation and the harvested sera used for evaluation of total serum protein (TSP) and total serum electrolyte (TSE). Total serum protein was determined by the Golgberg refractometer method to obtain concentrations (g/dl) for each blood sample. The standard flame photometry using Gallenkamp analysis was used to determine serum sodium (Na<sup>+</sup>) ion and potassium (K<sup>+</sup>) ion. Calcium (Ca<sup>2+</sup>) ion and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) ion were determined by atomic absorption photometry while serum phosphate ion (HP0<sub>4</sub><sup>2-</sup>) was determined using trichloroacetic acid ammonium molybdate and ferrous sulphate to develop blue color read thereafter, in a spectrophotometer.

### Data analysis

The male and female means and standard deviation of each blood parameter were calculated. Student's t-test was applied to determine significance between male and female values (23).

## Results

Aspects of the hematological values of the local duck of southeastern Nigerian are presented in table 1.

Erythrocytes count (RBC), Packed cell volume (PCV) and Hemoglobin concentration (HBC) values were generally lower in ducks as compared to drakes. While PCV and HBC values were significantly higher in males (P < 0.01 and P < 0.05 respectively), the difference observed in RBC values was however not statistically significant. Similarly, the erythrocyte sedi-



**Table 1**  
Aspects of the hematological value of the local ducks and drakes of southeastern Nigeria

Parameters	Mean	Male mean $\pm$ SE	Female mean $\pm$ SE
Erythrocytes (RBC) $\times 10^6/\text{mm}^3$	3.22	3.31 $\pm$ 0.10	3.13 $\pm$ 0.11
Packed cell volume (PCV) %	43.59	46.00 $\pm$ 1.73	41.17 $\pm$ 1.13 **
Hemoglobin concentration (HBC) %	14.92	15.67 $\pm$ 0.29	14.17 $\pm$ 1.13*
Erythrocytes sedimentation rate (ESR) mm/hr	1.79	1.63 $\pm$ 0.35	1.95 $\pm$ 0.30 *
Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) %	34.23	34.07 $\pm$ 1.01	34.42 $\pm$ 2.13
Blood clotting time (Seconds)	170.0	155.0 $\pm$ 1.00	185.0 $\pm$ 11.05
Mean corpuscular hemoglobin (MCH) %	4.63	4.73 $\pm$ 0.24	4.53 $\pm$ 0.13
Mean corpuscular volume (MCV) %	13.54	13.90 $\pm$ 1.03	13.15 $\pm$ 0.15
Leucocytes (WBC) $\times 10^3/\text{mm}^3$	24.53	23.81 $\pm$ 0.88	25.24 $\pm$ 1.62
Heterophils (Neutrophils) %	13.67	15.33 $\pm$ 4.16	12.00 $\pm$ 1.27
Eosinophils %	6.25	5.67 $\pm$ 2.08	6.83 $\pm$ 2.64
Lymphocytes %	80.09	79.00 $\pm$ 3.61	81.17 $\pm$ 2.64
Basophils and monocytes %	Na	Na	Na

\*=  $P < 0.05$ , \*\*=  $P < 0.01$ .

Na= Not available.

mentation rate (ESR) recorded for males was significantly ( $P < 0.05$ ) lower than that of the females.

A mean clotting time of 170 seconds was obtained. Although female values were visually higher than male values, the difference was not statistically significant. Mean corpuscular hemoglobin (MCH) and mean corpuscular volume (MCV) figures of the males were higher than the female values although not significantly.

Mean leukocyte count of the ducks stood at  $24.53 \times 10^3/\text{mm}^3$  with the female figure being visually but not significantly higher than the male figure. Differential count of the leukocytes portrayed a higher heterophil value in males than in females. Both eosinophils and lymphocytes values of the female were also higher than that of the male.

Serum protein and electrolyte values of the ducks of southeastern Nigeria are presented in table 2.

## Discussion

There is a dearth of information on the local ducks of Nigeria. Hematological values often used in monitoring the health status of such animals are scanty even though these have been reported extensively in exotic breeds of ducks found in different parts of the world (20, 24).

The overall mean values of RBC, PCV, HBC and WBC recorded in the present study were higher than the  $1.72 \times 10^6 \text{ mm}^3$ , 38.09%, 11.64 g/dl and  $18.21 \times 10^3 \text{ mm}^3$  respectively, reported by Ola *et al.* (14) for local muscovy ducks of southwestern Nigeria. These workers reported overall averages from birds of different ages reared either extensively or semi-intensively while our birds were maintained permanently under intensive care and were aged about 28 weeks at the time of bleeding. It is possible that our superior values

**Table 2**  
The serum chemistry of the local ducks and drakes of southeastern Nigeria

Parameters	Mean	Male mean $\pm$ SE	Female mean $\pm$ SE
Serum protein g/dl	9.47	6.87 $\pm$ 0.42	12.07 $\pm$ 1.59*
Serum calcium g/dl	7.98	7.43 $\pm$ 0.75	8.52 $\pm$ 0.58*
Serum phosphate mg/dl	5.59	3.20 $\pm$ 1.51	7.98 $\pm$ 1.39*
Serum potassium millimole/l	3.54	3.77 $\pm$ 0.15	3.30 $\pm$ 0.08
Serum sodium millimole/l	139.5	140.00 $\pm$ 1.00	139.00 $\pm$ 0.89

\*= ( $P < 0.05$ ).

The mean serum protein value obtained in the female was significantly higher ( $P < 0.05$ ) than the male value. Mean value for both sexes stood at 9.47 g/dl.

Calcium and phosphate levels in females were equally significantly different from values recorded in the males ( $P < 0.05$ ). Average value of 3.54 millimole/liter and 139.5 millimole/liter were obtained for potassium and sodium respectively.

reflect the effects of better nutrition, housing and health status usually associated with intensive management. This is further supported by the  $3.6 \times 10^6 \text{ mm}^3$  erythrocyte number reported by Sturkie (24) for adult Dabbling ducks and the fact that RBC, WBC, PCV and HBC values obtained by Ola *et al.* (14) in adult ducks aged about 30 weeks also compared favorably with our figures for adult ducks.

Again, the PCV value of southeastern Nigerian duck is similar to that of adult Peking ducks but higher than that of the Indian native duck and lower than those of the Diving and Babbling ducks (24). These differences may be attributed to species and breed differences. Oluyemi (15) and Nwosu (7) had suggested that the apparent superiority in PCV and hemoglobin concentrations observed in tropical breeds of poultry over exotic breeds, might be due to inherent physiological traits in these local breeds involving their hemopoetic systems. This probably enhances the dissipation of useless energy, which could be used for productive purposes.

There was a preponderance of lymphocytes in the differential leukocyte counts, with over 85% of the leukocytes being accounted for by these cells. This is in agreement with patterns observed in domestic chicken and ducks found in other regions of the world (24).

Our RBC, HBC and PCV values were higher in males. This is at variance with the higher values of the same parameters obtained in females by Ola *et al.* (14) in local ducks of southwestern Nigeria. Again, method of rearing and age of the birds may have contributed to these discrepancies. Mean HBC of males and females reported here on the other hand, were similar to those reported for Diving duck but different from the figures reported for adult female Mallards (24).

Orji *et al.* (18), reported strong species and sex effects on avian hematological parameters.

The observed higher lymphocyte count in the female duck is in agreement with earlier reports, however, our figures (79.0% for male and 81.17% for female) are higher than the 68.0% and 76.6% reported by Sturkie (24) for male and female Indian native ducks respectively. Similarly, the heterophil values of 15.33% and 12.05% for males and females respectively are lower

than the 52% and 32% obtained in male and female Peking ducks respectively (24).

The ESR range of 1.63 mm/hr to 1.95 mm/hr with significantly higher values for females than for males, is consistent with previous literature reports in other avian species (18, 25) which suggests that mean ESR for birds generally, range from 0.5 mm to 9 mm per hour with lower values occurring in males.

The higher serum protein concentration in the female than in males was in line with the findings of Verma *et al.* (26) for adult domestic chicken and Orji *et al.* (19) for the guinea fowls. The mean calcium value was similar to the value reported by Sturkie (24) for adult Diving and Mallard ducks but higher than the levels reported in guinea fowls (11, 19). Higher serum protein, calcium and phosphate levels in the females than in males recorded in this study had also been reported for the domestic chicken (5). This is expected since the physiological processes needed for the reproductive functions of the adult female duck require higher levels of these substances and is reflected by the dimorphisms evidenced in this study. The hormonal basis of this fundamental difference can be explained by the fact that any somatic characteristics by which the male differs from the female will ultimately be determined by the sex hormone and not by the sex chromosome (22). In the bird, the female is the heterogametic sex so that most dimorphisms result from ovarian estrogen secretion and the minority from testicular androgen secretion (6).

## Conclusion

Information on the hematological value of the local ducks of southeastern Nigeria presented here should form important reference data for the routine diagnosis and management of diseases and nutritional problems of such animals in the region.

## Literature

- Ashok K. & Rawat J.S., 1975, Effect of age, sex and reproduction on serum enzymes and electrolyte levels in white leghorn birds. *Indian J. Anim Sci.* **45**(3), 135-138.
- Benjamin M.M., 1961, *Veterinary clinical pathology*. 2<sup>nd</sup> Ed. Ames. Iowa. The Iowa State University Press.
- Charles N.L., 2000, Hematologic changes observed in a clinical case of infectious bronchitis complicated with *E. coli.*, *in: the proceedings of the XXI World's Poultry Congress*, August 20-24 2000, Montreal, Canada. (CD ROM).
- Dein F.J., 1984, *Laboratory manual of avian hematology*. Association of avian hematology, Association of avian veterinarians, East Northport, USA.
- Epelle J.J., 1982, Hematological studies in local chicken and their crosses with parents stock of Gold-line chickens. B. Agric. project report, University of Nigeria. Nsukka.
- Lawrence T.L.J. & Fowler U.R., 1997, *Growth of farm animals*. CAB International, Wellingford, U.K. Pp. 116-117.
- Nwosu C.C., 1979, Characterization of the local chicken of Nigeria and its potential for egg and meat production, *in: Proc. 1<sup>st</sup> National seminar on poultry production*, Ahmadu Bello University, Zaria. Pp. 187-210.
- Obinne J.I., 1997, An assessment of duck production in Anambra State. *Asaba Journal of Educational Studies*, 1: 13-19.
- Obinne J.I., Mmereole F.U.C. & Emegha I.O., 1999, An assessment of duck production in Anambra state, *in: Proceedings of the 4<sup>th</sup> annual conference of ASAN* Sept. 14-19, 1999 IITA, Ibadan. Pp. 3-5.
- Ogundele S., 1991, Pattern of duck production in Onipepeye village. B Agric Project Report. University of Agriculture Abeokuta, Nigeria.
- Oke U.K., Joseph K. & Herbert U., 2001, Hematological values of the indigenous female guinea fowl (*Numida meleagris galeata* Pallas) as influenced by photo induction, *in: Proceeding of 6<sup>th</sup> annual conference of ASAN* September 17-19 2001, Maiduguri, Nigeria. Pp. 36-38.
- Okewo T.A. & Odeyemi L.A., 1998, Economic analysis of duck production in Ikorodu Local Government Area of Lagos State, *in: Proceeding of 3<sup>rd</sup> Annual conference of ASAN* Sept. 22-24, 1998. Lagos.
- Ola S.I., 2000, Growth and carcass characteristics of the Nigerian muscovy duck, *in: The proceedings of the XXI World's Poultry Congress*, August 20-24 2000, Montreal, Canada. (CD ROM).
- Ola S.I., Oregun M.A. & Adeloye A.O., 2000, Hematological values of the local muscovy ducks of Nigeria, *in: The proceedings of the XXI World's Poultry Congress*, August 20-24 2000, Montreal, Canada. (CD ROM).
- Oluyemi J.A. & Ologhobo A.D., 1998, The significance and the management of the local ducks in Nigeria, *in: Sustainability of the Nigerian livestock industry in 2000 AD*. Egbonike, G.N. and Iyayi E.D. (eds.) Pp. 96-103.
- Oluyemi J.A., 1973, Genetic improvement of poultry in Nigeria. *Nigeria Agric. J.* **9**(2), 152-160.
- Oluyemi J.A. & Roberts F.A., 1979, *Poultry production in warm wet climate*. The Macmillian press Ltd London.

18. Orji B.I., Okeke G.C. & Akunyiba A.O., 1986a, Hematological studies on the Guinea fowl (*Numida meleagris* Pallas): I. Effect of age, sex and time of bleeding on the hematological values of guinea fowls. Nig. J. of Anim. Prod. 13, 94-99.
19. Orji B.I., Okeke G.C. & Ojo O.O., 1986b, Hematological studies on the Guinea fowl (*Numida meleagris* Pallas): II. Effect of age, sex and time of bleeding on protein and electrolyte levels in blood serum of guinea fowls. Nig. J. Anim. Prod. 13, 100-106.
20. Pascalonpekelniczky A., Chauve C.M. & Gauthey M., 1994, Infection in mallard duck with *Eimeria mulardi* SP-NOV. Effect on growth, and different hematological and biochemical parameters. Veterinary Research, 25(1), 37-50.
21. Pascalonpekelniczky A., Michoudet C. & Chauve C.M., 1996, Blood enzyme changes in female mule duck (*Cairina moschata* x *Anas platyrhynchos*) experimentally infected with *Eimeria mulard*. Avian Pathology, 25(4), 785-798.
22. Short R.V. 1980, The hormonal control of growth at puberty. In: Lawrence, T.L. J. (eds), Growth in farm animals. Butterworths, London, Pp. 25-46.
23. Steel R.D.G. & Torrie J.H., 1980, Principles and procedures of statistics. 2<sup>nd</sup> Ed McGraw-Hill book Coy. Inc. Toronto, London.
24. Sturkie P.D., 1986, Body Fluids, in: Avian physiology Sturkie, P.D. (Eds) Springer-Verlag, New York. Pp.102-129.
25. Sturkie P.D. & Textor K., 1978, Sedimentation of erythrocytes in chicken as influenced by method and sex. Poult. Sci. 39, 444-447.
26. Verma P.N., Rawat J.S. & Pandey M.D., 1975, Effect of age and sex on the serum proteins of the white leghorn birds. Indian Vet. J. 52(7), 544-546.
27. Warren A.G., 1972, Ducks and geese in the tropics, World Anim. Rev. 3, 35-36.

N.J. Okeudo, Nigerian, D.V.M., MSc. (Animal Mgt.), Lecturer, Department of Animal Science and Technology, Federal University of Technology Owerri, P.M.B. 1526 Owerri, Imo State, Nigeria

I.C. Okoli, Nigerian, PhD., (Animal products.), Lecturer, Department of Animal Science and Technology, Federal University of Technology Owerri, P.M.B. 1526 Owerri, Imo State, Nigeria

G.O.F. Igwe, Nigerian, Department of Animal Science and Technology, Federal University of Technology Owerri, P.M.B. 1526 Owerri, Imo State, Nigeria.

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

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

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

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

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

# Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping Systems in the Sahel

C.F. Yamoah<sup>1\*</sup>, A. Bationo<sup>2</sup>, B. Shapiro<sup>3</sup> & S. Koala<sup>4</sup>

Keywords: Diversification - Cropping systems - Nutrient-use efficiency - Risk - Soil management

## Summary

*Low soil fertility and moisture deficit are among the main constraints to sustainable crop yields in the Sahel. A study therefore, was conducted at the ICRISAT Sahelian Center, Sadore in Niger to test the hypothesis that integrated soil husbandry practices consisting of manure, fertilizer and crop residues in rotational cropping systems use organic and mineral fertilizers efficiently, thereby resulting in higher yields and reduced risk. Results from an analysis of variance showed that choice of cropping systems explained more than 50% of overall variability in millet and cowpea grain yields. Among the cropping systems, rotation gave higher yields than sole crop and intercropping systems and increased millet yield by 46% without fertilizer. Rainfall-use efficiency and partial factor productivity of fertilizer were similarly higher in rotations than in millet monoculture system. Returns from cowpea grown in cowpea-millet rotation without fertilizer and the medium rates of fertilizers (4 kg P.ha<sup>-1</sup> + 15 kg N.ha<sup>-1</sup>) were found to be most profitable in terms of high returns and low risk, principally because of a higher price of cowpea than millet. The study recommends crop diversification, either in the form of rotations or relay intercropping systems for the Sahel as an insurance against total crop failure.*

## Résumé

**Pratiques de gestion de sols pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des éléments nutritifs et réduire les risques liés aux systèmes agricoles à base du mil**

*La pauvreté des sols et le déficit d'humidité font partie des contraintes majeures au rendement durable au Sahel. Une étude a été menée au centre ICRISAT du Sahel, Sadore au Niger en vue de tester les hypothèses selon lesquelles des pratiques de gestion intégrée des sols consistant en l'utilisation du fumier, de l'engrais et des résidus culturaux dans des systèmes d'assolement, utilisant efficacement les engrais minéraux et organiques, et de cette façon augmentant les rendements et réduisant les risques. Les résultats de diverses analyses indiquent que le choix de systèmes agricoles explique plus de 50% de la variabilité globale des rendements du mil et du niébé. Parmi les systèmes de culture, l'assolement a donné de plus forts rendements que la monoculture et la culture intercalaire. Il a également augmenté de 46% le rendement du mil sans engrais. De même, l'efficacité de l'utilisation des pluies et la productivité partielle des engrais étaient aussi plus fortes dans le système assolement que dans le système de monoculture du mil. Les rendements de la culture du niébé dans un système de rotation mil-niébé sans engrais et les doses moyennes d'engrais (4 kg P.ha<sup>-1</sup> + 15 kg N.ha<sup>-1</sup>) étaient jugés plus rentables en termes de revenus élevés et de faibles risques, en particulier à cause du prix du niébé qui est plus élevé que celui du mil. L'étude préconise la diversification culturale sous forme d'assolement ou de système de culture intercalaire de relais, pour le Sahel, comme garantie contre la faillite totale des cultures.*

## Introduction

Crop rotations and intercropping systems are practiced in both the tropical and temperate regions. The two common reasons farmers give for practicing mixed cropping systems are I) high and stable yields and income (3, 4) in Niger and Burkina Faso, (8) in Niger, (1, 5, 16) in the USA (16) and II) to reduce the levels of diseases and pests infestation (6, 18).

Rotation of soybean and with maize improved maize yields and fertilizer-use efficiency in USA (34). Others have ascribed benefits of rotations to improved soil physical properties (19, 20) and to the ability of leguminous crops (e.g. pigeon pea) to increase P availability through secretion of enzymes or acids in the rhizosphere to solubilize P bounded to sesquioxides.

<sup>1</sup> International Crop Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT), Niamey Niger. Present address and author for correspondence: C/o P.O. Box KA 30740 Airport, Accra Ghana. Email: yamoahcf@yahoo.com.

<sup>2</sup> Tropical Soil Biology and Fertility, Nairobi, Kenya.

<sup>3</sup> ICRISAT, India.

<sup>4</sup> Desert Margins Program, ICRISAT Niamey, Niger.

Received on 17.10.01. and accepted for publication on 13.12.02.

The traditional millet-cowpea rotations in the Sahelian ecozone of West Africa do not usually increase millet yields unless inorganic N and P fertilizers and/or manure are added (2, 7, 10). It was noted that millet-cowpea rotational systems at Sadore did not increase soil organic matter but did increase mineral N in the top 20 cm soil (7). Yield increase in rotations is commonly attributed to N supply through fixation by the associated legumes. However, other scientists contend that, the N credit in rotations is the difference between mineralized N of the non-legume and the legume components. Thus, mineralized N from highly fertilized maize residues i.e. high N and low lignin (high quality crop residue) is about equal to the fixed N from soybean crop (15). Considering that annual grain N removal from soybean field yielding 2000 kg.ha<sup>-1</sup> is 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, the explanation of N credit in legume-cereal rotations by Green and Blackmer (15) seems logical.

Low cowpea yield in the Sahel is a reflection of poor N fixation due to acid infertile soils and the frequent drought spells. It is necessary therefore, to amend the soil through addition of crop residues, animal manure and fertilizer together with cereal-legume rotations. Application of animal manure and retention of crop residues in the field are nutrient recycling processes that culminate in increased soil organic matter, pH, exchangeable bases, improved soil structure, and a reduced capacity of soils to fix P (2, 29). The objective of this study is to test the hypothesis that integrated soil husbandry practices consisting of fertilizers and organic manure in rotations are more profitable and less risky than continuous monoculture.

## Material and methods

From 1998 to 1999, field studies were conducted at Sadore (13° 15' N latitude, 2° 18' E longitude), a key benchmark site of the ICRISAT Sahelian Center in Niger, West Africa. Mean annual rainfall of the site is 560 mm/yr and mean annual temperature is 29 °C (33). With respect to soil, sand fraction is 94%, organic matter content is 0.22%, and Bray 1 phosphorus is 2.3 mg/kg (11).

The study tested an integration of four soil management options, namely, inorganic fertilizer application, use of crop residues, manure application and cropping systems. The treatment combinations presented in table 1, were purposely designed to give a range of options to farmers with variable resources. As well, the choice of treatments was meant to address P deficiency and low organic matter levels in the sandy soils of the Sahel through a mixture of organic and inorganic fertilizers. We also recognize that the kaolinitic sandy soils are not capable of retaining N and therefore, it should be routinely applied in order to make nutrients like P more efficient (9, 23).

Thus, the first factor in this study was N and P inorganic fertilizers at three levels: I) no fertilizer, (F<sub>0</sub>) II) 15 kg N.ha<sup>-1</sup> + 4 kg P.ha<sup>-1</sup>, (medium rate, F<sub>1</sub>) and III) 45 kg N.ha<sup>-1</sup> + 13.1 kg P.ha<sup>-1</sup> (high rate, F<sub>2</sub>). The sec-

ond factor was farm manure at three levels: I) 300 kg manure/ha, (M<sub>0</sub>), II) 900 kg manure/ha (M<sub>1</sub>), and III) 2700 kg manure/ha (M<sub>2</sub>). The third factor was crop residues at also at three levels: I) 300 kg residue/ha, (R<sub>0</sub>), II) 900 kg residue/ha (R<sub>1</sub>), and III) 2700 kg residue/ha (R<sub>2</sub>). The fourth factor was cropping systems at four levels, that is, I) millet grown as sole crop in 1998 and 1999, II) millet in 1998 alternated with cowpea in 1999, III) millet intercropped with cowpea both years, and IV) cowpea in 1998 alternated with millet in 1999. The design was a complete 4 x 3 x 3 x 3 factorial with four replications. Plot size was 50 m<sup>2</sup>. Test crops were millet cultivar CIVT 110 and cowpea variety TN5-78. Millet was planted at a density of 10000 hills/ha in sole and rotation and 6660 hills/ha in intercropping systems. Cowpea was planted 40000 plants/ha in rotation and 24000 plants/ha in intercropping systems. Fertilizers and manure were broadcast on the surface followed by incorporation by hand rake. Residues were surface applied as mulch two weeks before planting as reported by Bationo *et al.* (8).

Fertilizer-use efficiency (FUE) of applied fertilizer was defined as total yield (kg.ha<sup>-1</sup>), that is, yield due to native fertility plus yield due to fertilization (kg.ha<sup>-1</sup>) divided by total amount of fertilizer (kg.ha<sup>-1</sup>) applied (12). The FUE is a measure of nutrient-use efficiency. Rainfall-use efficiency (RUE) was the ratio of yield to the amount of rainfall in the year that normally occurs from June to September. Returns above variable cost of fertilizer were the difference between the revenues (yield\*price) of crops (including cowpea fodder) and the cost of fertilizer inputs. Millet grain, cowpea grain and cowpea fodder prices were 100, 260, and 50 CFA/kg respectively. Total costs of fertilizers were 13755 for the low and CFA 41049/ha for the high rate.

Since our main interest was in finding the different soil management options that give high yields and exhibits low variability, we created 108 production environments by combining the various treatments for 1998 and 1999. Riskiness of the cropping systems in the various fertilizer categories was then appraised by plotting the returns averaged across manure and crop residue treatments (y-axis) with the standard deviations (x-axis). In the present study, risk is a measure of spatial variability of yield in both low (1999) and high (1998) rainfall. Statistical analyses using Statview (30) included analysis of variance, regression, correlation and t-test for comparison of treatment means between years.

## Results and discussion

### *Yields and sustainability*

The results of millet and cowpea yields in table 1 validate the hypothesis that integrated soil husbandry practices in rotations yield higher than their counterparts in monoculture. In this study, rotation with cowpea increased millet yield by 46% in plots without inorganic fertilizer in 1998.

**Table 1**  
**Fertilizer effects on yields (kg.ha<sup>-1</sup>) of millet and cowpea in cropping systems**  
**averaged across crop residue and manure treatments**

Crop systems	Fertilizer (kg.ha <sup>-1</sup> )	1998				1999			
		Millet		Cowpea		Millet		Cowpea	
		Grain yield	Stover yield	Grain yield	Fodder yield	Grain yield	Stover yield	Grain yield	Fodder yield
Sole millet	0	552	1133			790	1526		
	15N + 4.4P	1055	1870			1230	2315		
	45N + 13.1P	1260	2185			1421	2915		
Millet in rotation	0	805	1855			880	1722		
	15N + 4.4P	1370	2896			1360	2730		
	45N + 13.1P	1900	3488			1734	3260		
Millet in intercrop	0	250	547			415	1120		
	15N + 4.4P	535	982			605	1573		
	45N + 13.1P	745	1351			770	2153		
Cowpea rotation	0			885	840			360	842
	15N + 4.4P			1050	1487			415	1300
	45N + 13.1P			1150	1900			275	1652
Cowpea intercrop	0			700	587			180	390
	15N + 4.4P			840	1053			120	508
	45N + 13.1P			925	1526			80	687
S.E.		49	76	43	93	43	90	15	45

Probability levels of the difference in grain yields between years according to t-test: p= 0.08 for millet; p= 0.002 for cowpea.

The increase was slightly less and was about 30% with the low rate (4 P + 15 N kg.ha<sup>-1</sup>) of fertilizer. Similar trends were observed in 1999 in both grain and stover yields. Also from figure 1, it was clear that grain yield of millet is significantly and positively correlated with stover yield (r= 0.84, P< 0.0001). It was evident from figure 1, that rotations produced the highest grain and biomass yields. Since organic matter is crucial to the productivity of soils of the Sahel, it is safe to argue that rotations may lead to sustainable yields if portions of the crop residues remain in the fields.

plants/ha in intercrops versus 40000 plants in rotations. Possible yield reduction resulting from competition for light, moisture and nutrients cannot be eliminated as well. Millet yields in intercropping were equally low, as the legume component could not make up for the reduced plant population from 10000 in sole crop and rotations to about 6660 hills/ha. Cowpea yields were much lower in 1999 compared to 1998 due to poor and late rains in 1999, however, millet yields were unaffected (Table 1 and figure 2).

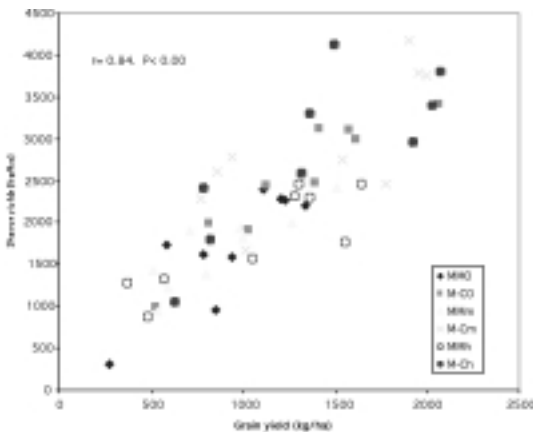


Figure 1: Correlation of millet grain with stover yields (see table 1 for explanation).

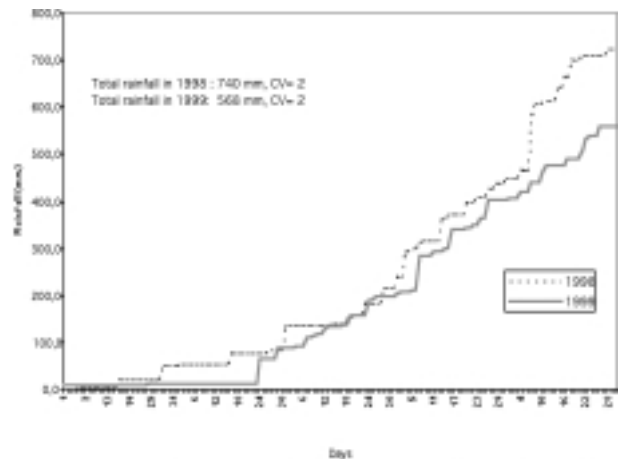


Figure 2: Cumulative growing season rainfall at Sadore in 1998 and 1999.

As expected, cowpea yielded higher in rotations than in intercrop because of low plant population; 24000

in the Sahel, onset of rainfall is inversely related to the length and reliability of the growing season (32, 33)

and it is likely that such variability might have hurt cowpea more than drought-tolerant crops like millet and sorghum (14, 21).

Sequential cropping of cereals and legumes has been found generally to improve crop yields and soil organic matter through an increase in production of crop residues. Using regression analysis (31), we estimated N equivalency value of the cowpea component as  $<1.0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Therefore, the high yield of millet in rotation under this circumstances may not necessarily be due to N fixation by cowpea but to other factors embedded in the rotational effect such as pests reduction or moisture conservation (6, 15).

#### *Contribution of soil management options*

Among the soil management options, cropping systems emerged as a major contributor to grain and stover yields (Table 2).

**Table 2**  
Percentage contribution of each source of variation to total variation of yields

Source	1998				1999			
	Millet		Cowpea		Millet		Cowpea	
	Grain	Stover	Grain	Fodder	Grain	Stover	Grain	Fodder
Crop systems (CS)	50.0	63.0	52.0	20.0	54.0	30.0	82.0	68.0
Crop residue (R)	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0	2.0	0.0	3.0
Fertilizer (F)	33.0	27.0	25.0	53.0	36.0	56.0	6.0	13.0
Manure	2.0	5.0	5.0	18.0	2.0	8.0	0.0	8.0
CS*R	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
F*M	0.0	0.0	6.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0
R*F	0.0	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R*F*M	0.0	0.0	4.0	1.0	0.0	1.0	1.0	0.0

Cropping systems alone explained more than 50% of overall variability in millet and cowpea grain yields and over 20% in stover yields. As stated earlier, systems involving millet and cowpea in rotation were more productive than the other systems tested with respect to yields (Table 1). A mixture of N and P fertilizers was next in importance to yield, followed by manure. Crop residue was the least contributor to yields according to the present study that lasted only two years.

Traditionally, crop residues are removed from fields after harvest for other domestic purposes, therefore, soil organic matter levels tend to be low, usually  $< 0.25\%$  (8). The potential value of crop residues for soil improvement is adequately established (25). Studies have shown that organic materials stabilize soil macroaggregate between one to five years (11, 27). Thus, the weak contribution of crop residues to yields in this instance may arise from the poor quality (high lignin and low N) of the millet residues (26) or from the fact low quantities of residues were used in view of the low carbon status of the soil. Manure and fertilizer could mask the effect of crop residue as well. It is expected, however, that the high-lignin millet residues will decompose gradually over time to contribute to the improvement of soil organic and other physical properties (26).

#### *Rainfall-use efficiency (RUE)*

Rainfall-use efficiency in 1998 was higher in rotations than in sole and intercropped millet. Relative 1998, RUE increased 57% in 1999 in sole millet plots (Table 3), implying that millet used rainfall in 1999 efficiently to produce more grain.

Fertilizer also improved RUE of millet in both years. The relatively high RUE of millet in 1999 is not atypical, as millet is known to adapt well to moisture and nutrient-stressed environments (21). Estimated rainfall for good growth of dryland crops, e.g. millet, averages 5 mm/day (13). The total rainfall in 1999 was 568 mm and that could be said to be adequate for millet, assuming runoff and evaporative losses are minimal. Obviously, crops' moisture demands increase with growth as the season progresses up to physiological maturity. Intercropping with cowpea introduced an

additional stress on soil moisture in the system. Consequently, RUE was similar for cowpea in rotations and intercrops in 1998 but reduced five-fold in 1999 ( $p= 0.005$ ). Rainfall was not only less in 1999 than 1998 but also started late. Besides, there was a short dry spell from July 25 to August 10, 1999 (Figure 2). Thus, competition for moisture and possibly light might have occurred and intensified in the course of the growing season since millet seemed to be more resilient to low moisture conditions than cowpea.

#### *Fertilizer-use efficiency*

Nutrient-use efficiency of both applied and native soil nutrients measured by the partial factor productivity (PFP) is shown in table 4.

Again, partial factor productivity of fertilizer was higher in rotations than in sole millet crop. As expected, FUE decreased with an increased in fertilizer rate. In rotations, it is possible to obtain 70.6 kg for every kilogram of N and P fertilizer applied as opposed to 54.4 kg in sole millet. Partial factor productivity of fertilizer was almost the same for millet in 1998 and 1999, emphasizing the resilient nature of millet (21). Fertilizer-use efficiency was higher in 1998 than 1999 for cowpea,

**Table 3**  
**Analysis of variance of rainfall-use efficiency, RUE, (kg.mm<sup>-1</sup>) of millet and cowpea in cropping systems averaged across crop residue and manure treatments**

Crop systems	Fertilizer	1998		1999	
		Millet	Cowpea	Millet	Cowpea
Sole millet	0	0.74		1.40	
	15N + 4.4P	1.42		2.16	
	45N + 13.1P	1.70		2.50	
Millet in rotation	0	1.08		1.55	
	15N + 4.4P	1.85		2.39	
	45N + 13.1P	2.57		3.05	
Millet in intercop	0	0.33		0.72	
	15N + 4.4P	0.72		1.06	
	45N + 13.1P	1.01		1.36	
Cowpea rotation	0		0.94		0.62
	15N + 4.4P		1.13		0.73
	45N + 13.1P		1.25		0.48
Cowpea intercrop	0		1.19		0.31
	15N + 4.4P		1.42		0.21
	45N + 3.1P		1.55		0.14
S.E.		0.08	0.08	0.06	0.03

Probability levels of the difference in RUE between years according to t-test:  
 p < 0.0001 for millet; p = 0.005 for cowpea.

**Table 4**  
**Partial factor productivity (PFP) of cropping systems averaged across crop residue and manure treatments**

Crop systems	Fertilizer	1998		1999	
		Millet	Cowpea	Millet	Cowpea
Sole millet	15N + 4.4P	54.4		69.6	
	45N + 13.1P	21.7		24.5	
Millet in rotation	15N + 4.4P	70.6		70.1	
	45N + 13.1P	32.7		29.8	
Millet intercop	15N + 4.4P	27.6		31.2	
	45N + 13.1P	12.9		13.2	
Cowpea rotation	15N + 4.4P		54.1		21.4
	45N + 13.1P		19.8		4.7
Cowpea intercrop	15N + 4.4P		43.3		6.2
	45N + 13.1P		15.9		1.4
S.E.		1.3	1.1	1.1	0.4

Probability levels of the difference in PFP between years according to t-test:  
 p = 0.28 for millet; p = 0.02 for cowpea.

suggesting that cowpea is a poor competitor with millet to applied fertilizer and native soil nutrients under moisture-limited conditions.

#### *Risk*

Diversification, be it in investment portfolios or agriculture settings generally yield high economic returns with low risk (3, 16, 24). Information in figures 3 and 4 presents the relative risk associated with the proposed diversified soil management options.

Technologies below the efficient frontier curves have relatively low returns and carry high risk and therefore may be less attractive than technologies on the curve. Specifically, risk analysis for soil management alternatives in 1998 (Figure 3) indicated that rotation of cowpea and millet with no fertilizer was the most efficient choice since it combined high returns of about CFA 350000 with a downside risk of CFA 58000.

Risk analysis of the same treatments in 1999 is shown in figure 4. Again, rotation of cowpea and millet with no



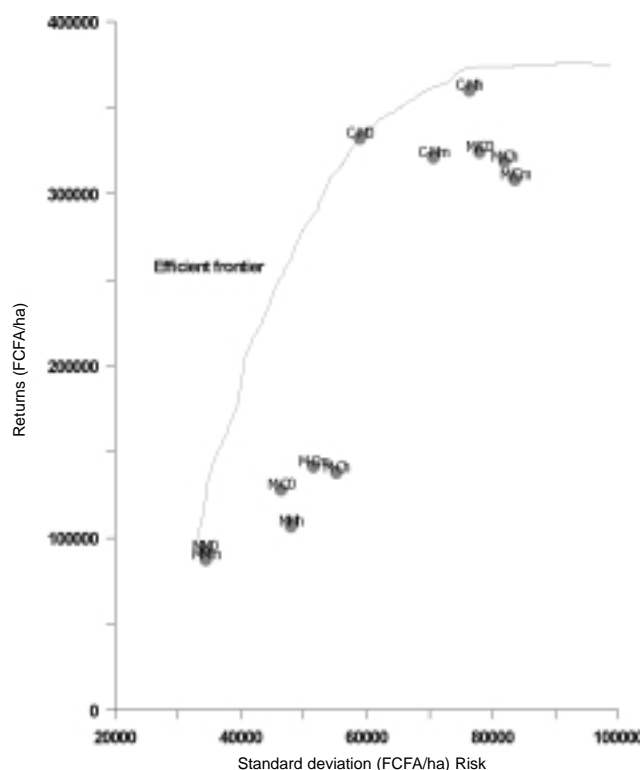


Figure 3: Risk analysis for high rainfall.

and the medium rates of fertilizers were most efficient. Therefore, it may be concluded from this study that cowpea-millet rotation with no and medium fertilizers ( $4 \text{ kg P.ha}^{-1} + 15 \text{ kg N.ha}^{-1}$ ) are appropriate for the Sadore area of Niger. Higher returns of the cowpea-millet rotations is largely attributed to the differential prices of cowpea (CFA 260/kg for grain + CFA 50/kg for fodder) and that of millet grain (CFA 100/kg). This underscores the economic benefit of including cowpea in the millet-based cropping systems in the Sahel (32).

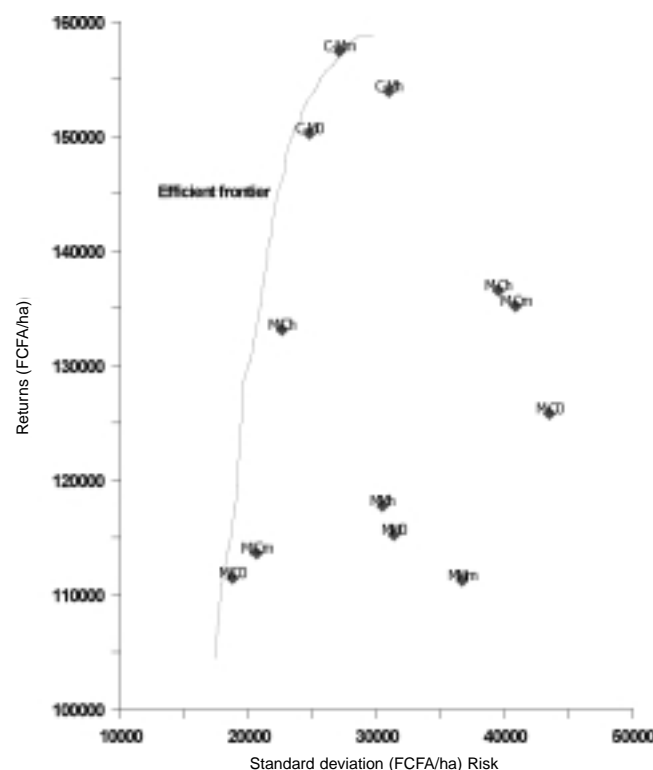


Figure 4: Risk analysis for low rainfall.

These 'portfolios' assure a high return of CFA 350000/ha in a wet year and a modest return of CFA 160000 in a dry year with risks less than CFA 60000 in all cases. Indeed, the risk analyses in figures 3 and 4 provide farmers with management alternatives from which they can select to suit their resources. The conclusion of this study supports the thesis of diversification by Oades (25) in financial investment, as well as Helmers (17) and Yamoah *et al.* (34) in agribusiness. Recent studies on soybean-maize cropping systems established that diversification increased and stabilized farmers' income in the mid-west USA (17).

## Literature

- Adams J.E., 1974, Residual effects of crop rotations on water intake, soil loss and sorghum yield. *Agron. J.* 66, 299-304.
- Bache B.W. & Rogers N.E., 1970, Soil phosphate values in relation to phosphate supply to plants from some Nigerian soils. *J. Agric. Sci., Camb.* 74, 383-390.
- Baidu-Forson J., 1995, Determinants of the availability of adequate millet stover for mulching in the Sahel. *J. Sust. Agric.* 5, 101-116.
- Baldock B.O. & Musgrave R.B., 1980, Manure and mineral fertilizer effects in continuous and rotational crop sequences in central New York. *Agron. J.* 72, 511-518.
- Baldock B.O., Higgs R.L., Paulson W.H., Jackobs J.A. & Shrader W.D., 1981, Legume and mineral fertilizer effects on crop yields in several crop sequences in the upper Mississippi Valley. *Agron. J.* 73, 885-890.
- Bagayoko M., Buerkert A., Lung A., Bationo A. & Romheld V., 2000, Cereal/legume rotation effects on cereal growth in Sudano-Sahelian West Africa: soil mineral nitrogen, mycorrhizae and nematodes. *Plant and Soil*, 218, 103-116.
- Bationo A. & Ntare B.R., 2000, Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in sandy soil in the semi-arid tropics, West Africa. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 134, 277-284.
- Bationo A., Christianson C.B. & Klajj M.C., 1993, The effect of crop residue and fertilizer on pearl millet yields in Niger. *Fertilizer Research*, 34, 251-258.
- Bationo A. & Mokwunye A.U., 1991, Role of manures and crop residues in alleviating soil fertility constraints to crop production with special reference to the Sahelian zones of west Africa. *Fert. Res.* 29, 125-177.
- Bationo A., Chien S.H., Henao J., Christianson C.B. & Mokwunye A.U., 1990, Agronomic evaluation of two unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to Niger, *in: Soil Sci. Soc. Am. J.* 54, 1772-1777.
- Buyanovsk G.A., Aslam M. & Wagner G.H., 1994, Carbon turnover in soil physical fractions. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1167-1173.
- Cassman K.G., Gines G.C., Dizon M.A., Samson M.I. & Alcantra J.M., 1996, Nitrogen use efficiency in tropical lowland rice system: contribution from indigenous and applied nitrogen. *Field Crop Res.* 47, 1-12.
- Cooper P.J.M., Gregory P.J., Tully D. & Harris H.C., 1987, Improving water use efficiency of annual crops in the rainfall farming systems of west Asia and north Africa. *Experimental Agriculture*, 23, 113-158.
- Doggett H., 1970, Sorghum. Longmans Publishers, London. P. 187.

15. Green C.J. & Blackmer A.M., 1995, Residue decomposition effects on nitrogen availability to corn following corn or soybean. *Soil Science Society of America Journal*, 59, 1065-1070.
16. Helmers G.A., Langemeier M.R. & Atwood J. 1986, An economic analysis of alternative cropping systems for east-central Nebraska. *Am. J. Altern. Agric.* 1, 153-158.
17. Helmers G.A., Yamoah C.F. & Varvel G.E., 2001, Separating crop diversification and rotation yield stability impacts on risk. In press: (*Agronomy Journal*).
18. Hendrix J.W., Jones K.J. & Mesmith W.C., 1992, Control of pathogenic mycorrhizal fungi in maintenance of soil productivity by crop rotation. *J. Prod. Agric.* 5, 383-386.
19. Hoshikawa K., 1990, Significance of legume crops in improving the productivity of cropping systems. Paper presented at the International Symposium on the use of stable isotopes in plant nutrition, Soil Fertility and Environmental Studies. Vienna, Austria, 1-5 October.
20. Lal R., 1986, Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production, *in: Advances in Soil Science*, 5, 1-97.
21. Maiti R.K. & Bidinger F.R., 1981, Growth and development of the pearl millet plant. Research Bulletin N° 6. Patancheru A.P., India: ICRISAT, 14 pp.
22. Maiti R.K. & Bidinger F.R., 1981, Growth and development of the pearl millet plant. Research Bulletin N° 6. Patancheru, A.P, India: International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
23. Manu A., Bationo A. & Geiger S.C., 1991, Fertility status of selected millet producing soils of west Africa with emphasis on phosphorus. *Soil Science*, 152, 315-320.
24. Markowitz H.M., 1959, Portfolio selection: Efficient diversification of investments, John Wiley & Sons, New York. Pp. 79-97.
25. Oades J.M., 1984, Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil*, 76, 319-337.
26. Palm C.A., Giller K.E., Mafongoya P.L. & Swift M.J., 2000, Management of organic matter in the tropics: Translating theory into practice. In press: *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.
27. Puget P., Chenu C. & Balesdent J., 1995, Total and young organic matter distributions in aggregates of silty cultivated soils. *European Journal of soil Science*, 46, 449-459.
28. Reddy K.C., 1986, Rapport de l'Agronomie Générale Campagne, INRAN/DRA, Kolo, Niger, 1987.
29. Sanchez P.A., 1976, Properties and Management of Soils in the Tropics. Wiley, New York. 618p.
30. SAS, 1998, StatView reference. SAS Institute Inc. Second edition.
31. Shrader W.D., Caldwell A.R. & Cady F.B., 1966, Estimation of a common nitrogen response function of corn (*Zea mays*) in different crop rotations. *Agron. J.* 58, 397-401.
32. Shapiro B.I., Sanders J.H., Reddy K.C. & Baker T.G., 1993, Evaluating and adapting new technologies in a high-risk agricultural system-Niger. *Agricultural Systems*, 42, 153-171.
33. Sivakumar M.V.K., 1990, Exploiting rainy season potential from the onset of rains in the Sahelian zone of west Africa. *Agricultural and forest Meteorology*, 51, 321-332.
34. Yamoah C.F., Walters D.T., Shapiro C.A., Francis C.A. & Hayes M., 2000, Standardized precipitation index and nitrogen rate effects on yields and risk distribution of maize in rainfed cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 80, 113-120.

---

C.F. Yamoah, Ghanaian, PhD., Visiting Scientist, International Crop Research Institute for the Semiarid Tropics (ICRISAT), Niamey, Niger.

A. Bationo, Burkinabees, PhD. in Soil Chemistry, AfNET Coordinator, Tropical Soil Biology and Fertility, Nairobi, Kenya.

B. Shapiro, American, PhD., Head-Resource Mobilization, ICRISAT, India.

S. Koala, Canadian, PhD. in Crop and Soil Science, Global Coordinator, Desert Margins Program, ICRISAT Niamey, Niger.

# Utilisation des protozoaires ciliés (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) pour l'épuration bactériologique des eaux polluées en microcosme

M. Nola<sup>1,\*</sup>, T. Njiné<sup>1</sup>, S.M. Foto<sup>1</sup>, N. Kemka<sup>1</sup>, S.H. Zébazé<sup>1</sup>, J.B.T. Nguedji<sup>1</sup> & T.B. Bouetou<sup>2</sup>

Keywords: Aquatic medium- Ciliated protozoa- Bacteria- Grazing- Time of contact

## Résumé

Les essais de broutage des protozoaires ciliés *Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum* et *Neobursaridium gigas* sur les bactéries *Escherichia coli* et *Staphylococcus sp.* ont été réalisés en milieu aquatique en microcosme. Ces essais ont visé à évaluer le rôle de ces protozoaires prédateurs dans la purification bactériologique des eaux polluées. Il a été noté que l'évolution de la cinétique de broutage de ces protozoaires montre une phase d'adaptation du prédateur à la proie, avec une vitesse de broutage décélérée, et une phase d'accélération du taux de consommation, les 2 phases étant séparées par une courte période de reconnaissance de la proie. Les fonctions polynomiales de la cinétique de prédation montrent que *C. uncinatum* et *P. africanum* consomment *E. coli* plus vite qu'ils ne consomment *Staphylococcus sp.* Par contre, *N. gigas* broute plus vite sur *E. coli* que sur *Staphylococcus*. Le temps de contact entre le protozoaire cilié et la bactérie, l'espèce de protozoaire prédateur et l'espèce de bactérie présente, sont à considérer simultanément dans l'évaluation des fluctuations de la concentration des bactéries dans un milieu aquatique en épuration.

## Summary

**An Microcosm Use of Ciliate Protozoa (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) for Bacterial Purification of Polluted Water**

Tests on the grazing of ciliated protozoa *Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum* and *Neobursaridium gigas* on the bacteria *Escherichia coli* and *Staphylococcus sp.* were carried out in an microcosm aquatic environment. These tests aimed at assessment of the role of these predators protozoa in the bacterial purification of polluted water. The evolution of the feeding kinetics of these protozoa shows a phase of adaptation of the predator to the prey, with a slow feeding rate and a phase of accelerate of feeding. The two phases are separated by a short period of recognition. The polynomial functions of the kinetics of predation show that *C. uncinatum* and *P. africanum* graze faster on *E. coli* than on *Staphylococcus sp.*, meanwhile *N. gigas* feeds slowly on *E. coli* than on *Staphylococcus sp.* The time of contact between the ciliated protozoa and the bacteria, the predatory protozoa specie and the specie of the bacteria, should be considered simultaneously when evaluating the variation of bacterial concentrations in aquatic environment being purified.

## Introduction

Les réseaux trophiques dans les milieux aquatiques impliquent des groupes d'organismes qui diffèrent entre eux par leurs tailles et par leurs rôles. Ces organismes comprennent la classe des picoplanctons composée essentiellement de bactéries et de taille variant de 0.2 à 2 µm, la classe des nanoplanctons regroupant entre autres les diatomées et certains protozoaires ciliés et flagellés, de taille variant de 2 à 20 µm, et la classe des microzooplanctons dont la taille des individus varient de 20 à 200 µm (23). La forte corrélation observée en milieu lacustre dans l'évolution des effectifs des bactéries et du zooplancton (4, 17) suggérerait l'utilisation par le zooplancton, des bactéries comme ressource nutritionnelle. Plusieurs travaux sur la boucle microbienne dans divers types de milieux aquatiques montrent que le rôle de chaque

compartiment est assez-bien défini (10, 14, 18). Selon le modèle conceptuel de flux de carbone entre producteur, métazoaire et microorganisme (20), la plupart des régulations se déroulent par prédation. Le peuplement des protozoaires prédateurs est parfois structuré par une prédation directe ou indirecte par les crustacés zooplanctoniques (22), cette ingestion étant d'autant plus lente que les protozoaires sont de grande taille ou adhèrent aux particules solides (26). La consommation des microorganismes bactériens par les protozoaires ciliés conduit à la réduction de la concentration microbienne dans le milieu. Elle peut être utilisée dans la dépollution bactérienne des eaux de surface. Le broutage des protozoaires sur les bactéries cause un changement dans la taille de la struc-

<sup>1</sup> Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie Générale, B.P. 812, Yaoundé, Cameroun.

<sup>2</sup> Université de Yaoundé 1, Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Laboratoire de Mathématiques et d'Analyse des Systèmes, B.P. 8390, Yaoundé, Cameroun.

\* Toute correspondance à M. Nola (E-Mail: mnola@uycdc.uninet.cm).

Reçu le 05.06.02. et accepté pour publication le 08.01.03.

ture de ces dernières, favorisant le développement de longs filaments (13).

Plusieurs approches mathématiques décrivant le flux de nutriments en milieu aquatique montrent que ce flux est fonction de plusieurs variables telles la vitesse de déplacement de la proie et du prédateur, la capacité stomacale du prédateur et sa vitesse d'ingestion, le temps de génération de la proie et du prédateur, la visibilité du prédateur et son aptitude à attraper la proie, la possibilité de survie et les risques de mortalité du prédateur et de la proie, entre autres (8, 18, 21).

Si le circuit global de la boucle microbienne est assez bien défini, l'importance quantitative et fonctionnelle par espèce biologique est cependant encore peu connue. Peu de données sont disponibles sur la spécificité ou la préférence régulationnelle de population par prédation, entre les espèces de protozoaires ciliés et les genres ou les espèces bactériennes. Cette prédation spécifique aboutit à l'épuration bactériologique des eaux polluées. Le présent travail préliminaire vise à évaluer le broutage (prédation) de 3 micro zooplanctons (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum* et *Neobursaridium gigas*) sur *Escherichia coli* et *Staphylococcus* sp., 2 picoplanctons respectivement témoin de contamination fécale et témoin de contamination cutanée en milieu aquatique.

## Matériel et méthodes

### 1- Isolement et identification des protozoaires ciliés

Plusieurs campagnes d'étude ont été effectuées au cours du mois de novembre et décembre 2000 sur les eaux du lac municipal de Yaoundé au Cameroun. Yaoundé est situé à 3° 52' de latitude nord et 11° 32' de longitude est, à une altitude moyenne de 759 m. Le lac municipal est un petit lac eutrophe (15). Au cours des campagnes d'étude effectuées, les protozoaires ciliés ont été récoltés et isolés sous une loupe binoculaire Wild M5. Ces protozoaires ont ensuite été mis en cultures monospécifiques dans des boîtes de Pétri contenant chacune, un grain de riz et 10 ml d'une eau minérale de composition suivante (en mg/l):  $\text{HCO}_3^-$ , 128;  $\text{Cl}^-$ , 2,1;  $\text{SO}_4^{2-}$ , 1;  $\text{NO}_3^-$ , 4,1; Ca, 16,1; Mg, 10,2;  $\text{K}^+$ , 5,2;  $\text{Na}^+$ , 12,7. Ils ont été imprégnés au carbonate d'argent ammoniacal suivant la technique de Galiano (6) et identifiés à l'aide des clés de Galiano & Ruiz (7), et de Dragesco & Dragesco-Kerneis (3).

### 2- Isolement et identification des bactéries

Au cours de chacune des campagnes effectuées, un échantillon d'eau du lac a aussi été prélevé dans des flacons en verre stériles de 500 ml et transportés au laboratoire en enceinte réfrigérée. Une partie de cet échantillon a servi aux analyses bactériologiques. Ces analyses ont été faites par la méthode des membranes filtrantes (5). Les milieux de culture Endo et Chapman ont été utilisés pour l'isolement, respectivement de *Escherichia coli* et de *Staphylococcus* sp. (16). L'identification de *E. coli* et de *Staphylococcus* sp. s'est faite suivant des critères biochimiques usuels (16). Les cultures pures de chacune de ces 2 bactéries ont ensuite été faites sur gélose nutritive non sélective (16).

### 3- Préparation de la suspension bactérienne pour le broutage

Une autre partie de l'échantillon d'eau prélevée dans les flacons en verre stériles de 500 ml, est filtrée d'abord sur membrane Whatman, puis sur membrane en ester de cellulose de porosité 0,45  $\mu\text{m}$ , et enfin sur membrane millipore stérile, Millex-GS (Millipore Product Division, Bedford, MA 01730) de porosité 0,22  $\mu\text{m}$ . Cette eau triplement filtrée est recueillie dans une fiole stérile.

Les colonies issues de la culture pure de *E. coli* et de *Staphylococcus* sp. sont ensuite diluées dans 100 ml d'eau ainsi filtrée. L'eau du lac est utilisée dans le souci de maintenir l'environnement chimique aussi proche possible de l'état naturel. Dix ml de cette eau filtrée sont introduits dans plusieurs séries de 3 tubes stériles (A, B, C).

Pour chaque expérience avec un protozoaire cilié précis, on procède de la manière suivante: les bactéries contenues dans le tube A sont tuées à l'instant  $t_0$  à l'aide d'une solution de formaldéhyde 4%, stérilisée par filtration sous membrane de porosité 0,22  $\mu\text{m}$ . Leur dénombrement à l'épifluorescence permet de connaître la concentration des bactéries à l'instant  $t_0$ . Le tube B contient les bactéries vivantes, mais sans protozoaire cilié. Aux bactéries contenues dans le tube C, on ajoute 20 protozoaires ciliés désengorgés 1 à 2 heures auparavant dans l'eau minérale. La quantité de bactéries consommées par le protozoaire est à chaque instant, évaluée par la différence du nombre de bactéries entre le tube B et le tube C.

Les tubes B et C sont incubés à la température du laboratoire (22-24 °C). Les temps d'incubation sont des multiples de 3, et cela pour 24 heures. On dispose ainsi de 8 tubes B ( $t_{3h}$ ,  $t_{6h}$ ,  $t_{9h}$ ,  $t_{12h}$ ,  $t_{15h}$ ,  $t_{18h}$ ,  $t_{21h}$  et  $t_{24h}$ ) et de 8 tubes C ( $t_{3h}$ ,  $t_{6h}$ ,  $t_{9h}$ ,  $t_{12h}$ ,  $t_{15h}$ ,  $t_{18h}$ ,  $t_{21h}$  et  $t_{24h}$ ). Au bout de chaque temps d'incubation, les organismes dans les 2 tubes B et C sont fixés au formaldéhyde 4%. Les dénombrements des microorganismes bactériens dans le tube A et dans les tubes B et C après incubation et fixation sont réalisés par la technique de l'épifluorescence (9), en utilisant une solution d'acridine orange stérilisée par filtration sur membrane 0,20  $\mu\text{m}$ . Les dénombrements sont faits sur une trentaine de champs microscopiques choisis au hasard.

### 4- Calcul de l'abondance cellulaire et du taux de broutage

Connaissant la surface de la portion filtrante de la membrane et la surface du champ microscopique, le nombre N de cellules bactériennes par ml d'échantillon est calculé par la formule proposée par Sime- Ngando (24):

$$N = n/c \times S/s \times D/v$$

avec N= nombre moyen de cellules par ml;

n= nombre total de cellules dénombrées;

c= nombre de champs microscopiques considérés;

S= surface de portion filtrante de la membrane;

s= surface du champ microscopique;

D= facteur de dilution;  
v= volume en ml de la suspension filtrée.

Le taux M de broutage par cilié est calculé par la formule:

$$M = (N_1 - N_2) / 20t$$

avec M= taux de broutage par cilié et par heure;  
N<sub>1</sub>= nombre de bactéries dans le tube B;  
N<sub>2</sub>= nombre de bactéries dans le tube C contenant les ciliés;  
t= temps d'incubation (heures).

## Résultats et discussion

L'évolution de la cinétique de broutage de *P. africanum* et de *C. uncinatum* sur les bactéries *E. coli* et *Staphylococcus* présente 3 phases plus ou moins distinctes. Les taux de broutage diminuent pendant les 5 premières heures dès que la proie et le prédateur sont mis en contact (Figures 1-2). Cette première période de prédation s'apparente à une phase d'adaptation du prédateur à la proie, cette adaptation étant accomplie entre 7 et 15 heures pour *P. africanum* et au bout de 10 heures pour *C. uncinatum*. L'accomplissement de cette adaptation, matérialisée par la concavité des courbes d'évolution des taux de prédation (Figures 1-2), correspond à la 2<sup>ème</sup> phase. La 3<sup>ème</sup> phase correspond à une accélération de la vitesse de broutage, les taux de consommation atteignant en général leurs maxima au bout de 24 heures. L'adaptation et la reconnaissance de *E. coli* et *Staphylococcus* par *N. gigas* sont relativement plus rapides par rapport aux 2 autres protozoaires

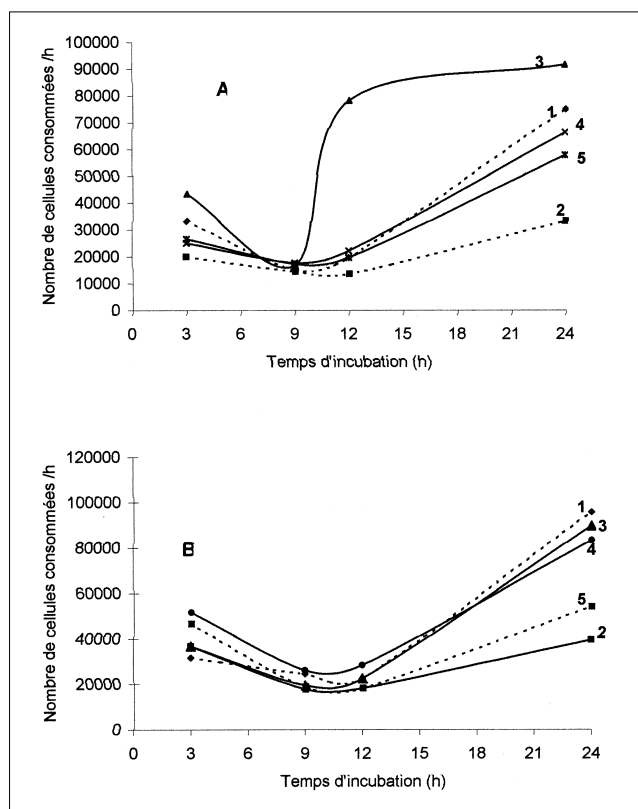


Figure 1: Variations du taux de broutage de *C. uncinatum* sur *E. coli* (A) et sur *Staphylococcus* sp. (B) (les chiffres sur les courbes indiquent les numéros des expériences).

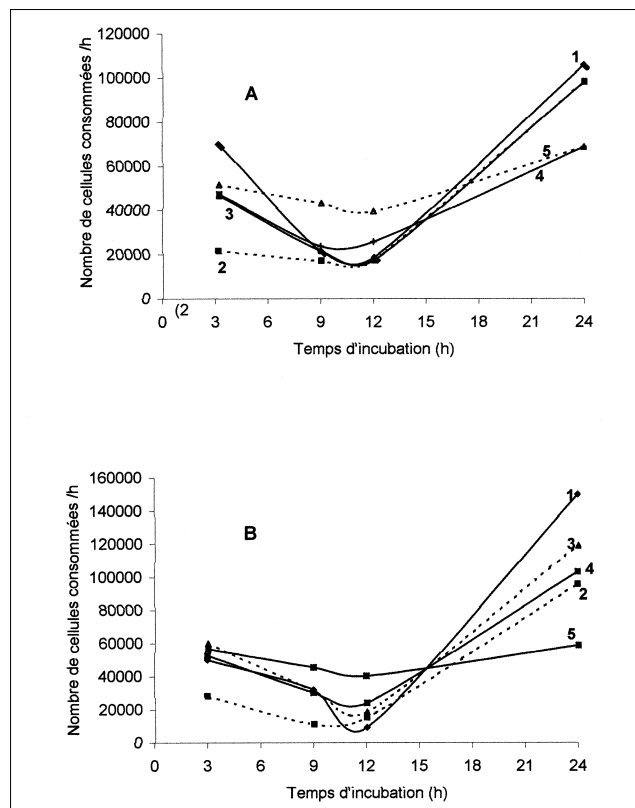


Figure 2: Variations du taux de broutage de *P. africanum* sur *E. coli* (A) et sur *Staphylococcus* sp. (B) (les chiffres sur les courbes indiquent les numéros des expériences).

(Figure 3). Cette relative rapidité de la reconnaissance de la proie s'accompagne d'une faible variation du taux de broutage durant cette phase, les amplitudes de variation fluctuant de  $1 \times 10^4$  à  $3 \times 10^4$  bactéries.heure<sup>-1</sup>. Ces amplitudes de variation atteignent par contre  $4 \times 10^4$  bactéries.heure<sup>-1</sup> pour *C. uncinatum* (Figure 1).

Les taux moyens calculés, de broutage sur *E. coli* ont varié de  $2,38 \times 10^4$  à  $6,88 \times 10^4$  cellules.heure<sup>-1</sup> pour *P. africanum*, de  $1,73 \times 10^4$  à  $5,78 \times 10^4$  cellules.heure<sup>-1</sup> pour *C. uncinatum* et de  $4 \times 10^4$  à  $10 \times 10^4$  cellules.heure<sup>-1</sup> pour *N. gigas*. Les taux moyens horaires de *Staphylococcus* consommés ont varié de  $2,41 \times 10^4$  à  $10,33 \times 10^4$  cellules pour *P. africanum*, de  $2,14 \times 10^4$  à  $7,25 \times 10^4$  cellules pour *C. uncinatum* et de  $3,6 \times 10^4$  à  $10,14 \times 10^4$  cellules pour *N. gigas*.

Les différences entre les évolutions des taux de broutage (Figures 1-3) seraient liées aux différents états physiques relatifs de chaque prédateur au moment de l'expérience. Les pourcentages de variance liées à la régression sont relativement faibles pour *P. africanum* et *C. uncinatum*, et sont relativement élevés pour *N. gigas* (Tableau 1). Un nombre réduit de paramètres influencerait le broutage de *N. gigas* sur *E. coli* et *Staphylococcus* sp.

Par interpolations des données expérimentales par les méthodes numériques, les fonctions polynomiales (P(t)) décrivant la cinétique de prédation de chaque bactérie par rapport au temps de contact entre la proie et le prédateur, ont été obtenues (Tableau 2). Il en res-

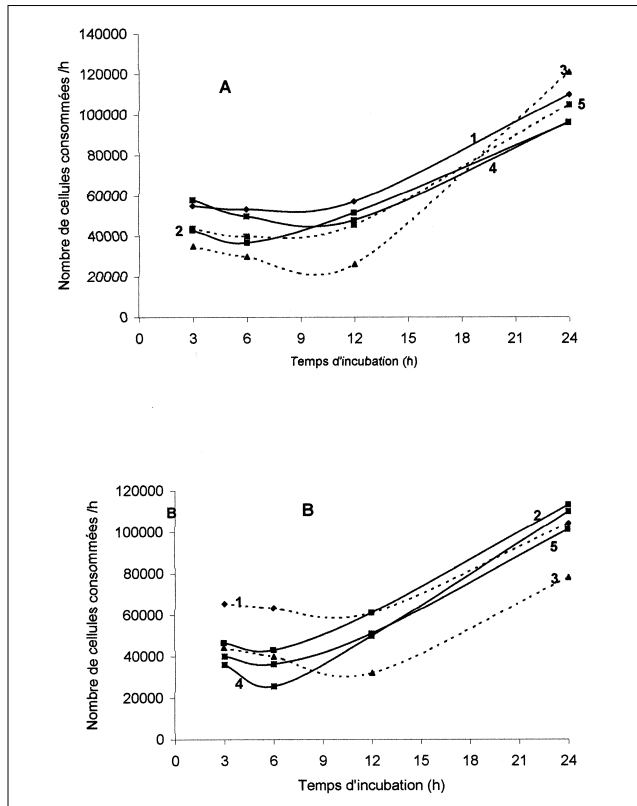


Figure 3: Variations du taux de broutage de *N. gigas* sur *E. coli* (A) et sur *Staphylococcus* sp. (B) (les chiffres sur les courbes indiquent les numéros des expériences).

**Tableau 1**  
Pourcentages de variance dus à la régression, pour chaque proie et chaque prédateur

	<i>E. coli</i>	<i>Staphylococcus</i> sp.
<i>P. africanum</i>	15,16	30,09
<i>C. uncinatum</i>	30,75	36,25
<i>N. gigas</i>	83,29	83,86

sort que la cinétique de broutage du protozoaire sur la bactérie est fortement influencée par le temps de contact. En comparant les coefficients de 3<sup>ème</sup> degré dans les fonctions P(t) de prédation, on note que *P. africanum* consomme *Staphylococcus* sp. plus vite que *E. coli*, et que *N. gigas* consomme plutôt *E. coli*

**Tableau 2**  
Expression de la cinétique de broutage en fonction du temps, du protozoaire cilié prédateur sur la bactérie (proie)

Protozoaires prédateurs	Proies bactériennes	Fonctions P(t) de la cinétique de prédation
<i>C. uncinatum</i>	<i>Staphylococcus</i> sp. <i>E. coli</i>	P(t)= -5t <sup>3</sup> + 508t <sup>2</sup> - 8688t + k <sub>1</sub> P(t)= -5t <sup>3</sup> + 367t <sup>2</sup> - 5423t + k <sub>2</sub>
<i>P. africanum</i>	<i>Staphylococcus</i> sp. <i>E. coli</i>	P(t)= 19t <sup>3</sup> - 278t <sup>2</sup> - 2612t + k <sub>3</sub> P(t)= -15t <sup>3</sup> + 877t <sup>2</sup> - 12699t + k <sub>4</sub>
<i>N. gigas</i>	<i>Staphylococcus</i> sp. <i>E. coli</i>	P(t)= 97t <sup>2</sup> + 708t + k <sub>5</sub> P(t)= 222t <sup>2</sup> - 3042t + k <sub>6</sub>

plus vite que *Staphylococcus* sp. (Tableau 2). On relève aussi que *C. uncinatum* broute rapidement *Staphylococcus* sp. par rapport à *E. coli*. Les différences entre les fonctions polynomiales, d'abord d'une bactérie à l'autre pour un même protozoaire prédateur, puis d'un protozoaire à l'autre pour une même bactérie, montrent qu'en milieu aquatique contenant l'une des 3 espèces de protozoaires ciliés prédateurs, le devenir de la bactérie est lié entre autres à la bactérie et au protozoaire, mis en cause.

Dans les fonctions P(t) de prédation, la constante k dépendrait de plusieurs facteurs tels la concentration et la diversité des proies et des prédateurs présents, l'état de la santé physique du prédateur et de son aptitude à attraper la proie, les caractéristiques physico-chimiques du milieu, entre autres. Des études antérieures ont noté en milieu aquatique une influence de la température dans le phénomène de broutage des protozoaires sur les bactéries (2). Aux températures inférieures à 21 °C, la vitesse d'ingestion de *E. coli* par les protozoaires ciliés était supérieure à celle d'ingestion de *Enterococcus faecalis*. Aux températures supérieures à 21 °C, la vitesse d'ingestion de *E. faecalis* devient supérieure à celle d'ingestion de *E. coli*, les variations des biomasses bactériennes du biotope étant très positivement liées aux variations des biomasses des protozoaires (2).

Une fonction polynomiale F(x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, t), établie par interpolation par méthode numérique des données expérimentales et prenant en compte les 2 espèces bactériennes et les 3 espèces de protozoaires considérés, a été obtenue. Elle décrit le comportement de chacun des 3 protozoaires ciliés dans un milieu contenant *E. coli* et *Staphylococcus* sp.

$$F(x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, t) = x_1[y_1\{-5t^3 + 508t^2 - 8688t + k_1\} + y_2\{-5t^3 + 367t^2 - 5423t + k_2\}] + x_2[y_1\{19t^3 - 278t^2 - 2612t + k_3\} + y_2\{-15t^3 + 877t^2 - 12699t + k_4\}] + x_3[y_1\{97t^2 + 708t + k_5\} + y_2\{222t^2 - 3042t + k_6\}]$$

Les paramètres x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub> ont un caractère binaire et ne peuvent de ce fait prendre que deux valeurs à savoir 0 ou 1.

x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub> et x<sub>3</sub> représentent respectivement *C. uncinatum*, *P. africanum*, et *N. gigas*; y<sub>1</sub> et y<sub>2</sub> représentent respectivement *Staphylococcus* sp. et *E. coli*.

Le triplet (x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>) appartient à {(1, 0, 0); (0, 1, 0); (0, 0, 1)}. Le couple (y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>) appartient à {(0, 1); (1, 0)}.

La fonction F(x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>, x<sub>3</sub>, y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, t) décrit un aspect de fonctionnement d'un écosystème aquatique dont le nombre de facteurs interagissant est relativement réduit. Le suivi du comportement d'un organisme dans ce biotope se ferait en fixant les autres facteurs biologiques de même type.

La comparaison des coefficients des facteurs du 3<sup>ème</sup> ou du 2<sup>ème</sup> degré des fonctions du tableau 2 montre que certains protozoaires ciliés prédateurs ont une relative facilité à consommer certaines bactéries plus vite que d'autres. *P. africanum* et *C. uncinatum* présentent une préférence alimentaire pour les cocci, sans doute à cause de l'efficacité de rétention des proies de petites tailles par leurs appareils buccaux

(9). Le protozoaire *N. gigas* présente une préférence alimentaire plutôt pour le colibacille. Cette sélectivité prédatrice est parfois influencée chez certaines espèces des genres *Aphidium* et *Gymnodium* par les radiations solaires (11). Les successions des populations de prédateurs ciliés en milieu aquatique sont souvent saisonnières (1, 27), probablement liées aux successions qualitatives et quantitatives des proies bactériennes. Leur activité prédatrice est parfois associée aux teneurs en matières organiques et azotées du milieu (19), et leur organisation fonctionnelle en milieu aquatique peut varier le long du gradient vertical ou horizontal (25, 28).

L'augmentation de la cinétique de broutage avec le temps d'incubation telle notée dans cette étude pourrait être liée au grossissement du tube digestif des protozoaires, les protozoaires ciliés prédateurs augmentant de taille en présence d'une grande concentration de proies (27). Contrairement à certaines études qui ont montré que l'efficacité de la défense d'une communauté de proies dépend de la grande concentration d'individus la composant par rapport au prédateur (12), l'augmentation de la concentration des bactéries dans le cas des relations protozoaires ciliés – bactéries, profiterait plutôt au prédateur. Il conviendrait d'élaborer pour les milieux aquatiques continentaux, des modèles pouvant relier la cinétique de prédation spécifique et non spécifique, aux taux de croissance des bactéries (proie), et tenant compte de

la concentration du milieu en nutriments pour ces bactéries.

## Conclusion

Les protozoaires ciliés prédateurs peuvent être utilisés pour la réduction du taux de pollution bactérienne d'un milieu aquatique. La réduction de ce taux de pollution procède par le mécanisme de broutage. Ce broutage en milieu aquatique des protozoaires ciliés sur les bactéries planctoniques débute par une reconnaissance de la proie par le prédateur. L'accélération de la prédation se produit avec un retard, le facteur temps jouant un rôle important. Ce broutage se produit avec une préférence alimentaire pour le prédateur. L'évaluation des fluctuations de la concentration des bactéries dans un milieu aquatique en épuration microbiologique devra tenir compte entre autres du temps de contact entre le protozoaire cilié prédateur et la bactérie, de l'espèce de protozoaire prédateur et de l'espèce de bactérie présente.

## Remerciements

Nous remercions Monsieur J. Onambélé Abanga, ingénieur à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (département du génie industriel) pour son assistance, ainsi que les relecteurs de ce manuscrit pour leurs critiques et suggestions éventuelles.

## Références bibliographiques

1. Artolozoga I., Santamaria E., Lopez A., Ayo B. & Iriberrri J., 1997, Succession of bacterivorous protists on laboratory-made marine snow. *J. Plankton Res.* 19, 1429-1440.
2. Barcina I., Gonzalez J.M., Iriberrri J. & Egea L., 1991, Role of protozoa in the regulation of enteric bacteria population in seawater. *Marine Microbial Food Webs*, 5, 179-187.
3. Dragesco J. & Dragesco-Kerneis A., 1986, Ciliés libres de l'Afrique inter-tropicale. Collection faune tropicale. Tome 26. ORSTOM éd., Paris, 560 p.
4. Fenchel T., 2001, Marine bugs and carbon flow. *Science*, 292, 2444-2445.
5. Ford L.A., 1994, Detection of *Aeromonas salmonicida* from water using a filtration method. *Aquaculture*, 122, 1-7.
6. Galiano F.D., 1966, Une nouvelle méthode pour la mise en évidence de l'infraction des ciliés. *Protistologica*, 2, 35-38.
7. Galiano F.D. & Ruiz S., 1972, Description d'une nouvelle espèce de cilié *Colpidium uncinatum*. *Protistologica*, 8, 295-298.
8. Giske J., Aksnes D.L. & Fiksen O., 1994, Visual predators, environmental variables and zooplankton mortality risk. *Vie et Milieu*, 44, 1-9.
9. Gonzalez J.M., Iriberrri J., Egea L. & Barcina I., 1990, Differential rates of digestion of bacteria by freshwater and marine phagotrophic protozoa. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 1951-1957.
10. IGBP, 1999, Global Ocean Ecosystem Dynamics. IGBP Report 47. Scientific Committee on Oceanic Research ed., Stockholm, 207 p.
11. Jakobsen H.H., Hansen P.J. & Larsen J., 2000, Growth and grazing responses of two chloroplast-retaining dinoflagellates: effect of irradiance and prey species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 201, 121-128.
12. Jeschke J.M. & Tollrian R., 2000, Density-dependent effects of prey defences. *Oecologia*, 123, 391-396.
13. Jurgens K. & Gude H., 1994, The potential importance of grazing-resistant bacteria in planktonic system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 112, 169-188.
14. Jurgens K., Wickham S.A., Rothhaut K.O. & Santer B., 1996, Feeding rates of macro- and microzooplankton on heterotrophic nanoflagellates. *Limnol. Oceanogr.* 41, 1833-1839.
15. Kemka N., 2000, Evaluation du degré d'eutrophie du lac municipal de Yaoundé: étude du milieu, dynamique et structure du peuplement phyto-planctonique. Thèse Doctorat, Univ. Yaoundé I, 193 p.
16. Marchal N., Bourdon J.L. & Richard Cl., 1991, Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Doin éd., Paris, 509 p.
17. Pace M.L., 1982, Planktonic ciliates: their distribution, abundance, and relationship to microbial resources in monomictic lake. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39, 1106-1116.
18. Pace M.L. & Cole J.J., 1996, Regulation of bacteria by resources and predation tested in whole-lake experiments. *Limnol. Oceanogr.* 41, 1448-1460.
19. Ploug H. & Grossart H.-P., 2000, Bacterial growth and grazing on diatom aggregates: Respiratory carbon turnover as a function of aggregate size and sinking velocity. *Limnol. Oceanogr.* 45, 1467-1475.
20. Pomeroy L.R. & Wiebe W., 1988, Energetics of microbial food web. *Hydrobiologia*, 159, 7-18.
21. Sarma S.S.S., Nandini & Dumont H.J., 1998, Feeding preference and population growth of *Asplanchna brightwellii* (rotifera) offered two non-evasive prey rotifers. *Hydrobiologia*, 361, 77-87.
22. Scheider B. & Adrian R., 1998, Trophic interactions between the crustacean and the protozoan plankton, in: Brunswick Press Limited ed., *Water of life*. Abstracts of XXVII<sup>e</sup> Congress of International Association of Theoretical and applied limnology, Dublin, p. 317.
23. Sieburth J.McN., Smetacek V. & Lenk J., 1978, Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments and their relationship to plankton size fractions. *Limnol. Oceanogr.* 23, 1256-1263.
24. Sime-Ngando T., 1991, Contribution à l'étude des protozoaires ciliés planctoniques des différents lacs: variabilités spatio-temporelles, saisonnières et nyctémérales, et relations avec les ressources microbiennes du milieu. Thèse de Doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, 462 p.

25. Spoljar M., Primc-Habdija B. & Plenkovic-Moraj A., 1998, Overflow effect on the dynamics of the zooplankton community in cascade lake system, *in*: Brunswick Press Limited ed., Water of life. Abstracts of XXVII<sup>e</sup> Congress of International Association of Theoretical and applied limnology, Dublin, p. 309.
26. Thouvenot A., Debroas D., Richardot M. & Devaux J., 1999, Etude des ciliés planctoniques dans un réservoir nouvellement mis en eau: taux de croissance et consommation par le mézozooplankton. Bull. Soc. Linn. Bordeaux, Tome 27, p. 186.
27. Worner U., Zimmerman-Timm H. & Kausch H., 2000, Succession of protists on estuarine aggregates. Microb. Ecol. 40, 209-222.
28. Zhang Y. & Prepas E.E., 1996, Regulation of the dominance of planktonic diatoms and cyanobacteria in four eutrophic hardwater lakes by nutrients, water column stability and temperature. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53, 621-633.

M. Nola, Camerounais, Doctorat, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

T. Njiné, Camerounais, Doctorat d'Etat, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

S.M. Foto, Camerounais, Doctorat, Chercheur associé au Laboratoire de Biologie Générale de la Faculté des Sciences à l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

N. Kemka, Camerounais, Doctorat, Chercheur associé au Laboratoire de Biologie Générale de la Faculté des Sciences à l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

S.H.T. Zébazé, Camerounais, Doctorat, Chercheur associé au Laboratoire de Biologie Générale de la Faculté des Sciences à l'Université de Yaoundé I, Cameroun.

J.B.T. Nguedji, Camerounais, Etudiant en Doctorat à la Faculté des Sciences, Université de Yaoundé 1, Cameroun.

T.B. Bouetou, Camerounais, Doctorat, Chargé de cours au Laboratoire de Mathématiques et d'Analyse des Systèmes à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique, Université de Yaoundé 1, Cameroun.

## AVIS

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

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

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

Merci.

## BERICHT

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

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

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

Dank U.



# Seed-storage Mycoflora of Peanut Cultivars Grown in Nigerian Savanna

H.O.A. Oluma<sup>1</sup> & A.O. Nwankiti<sup>2</sup>

Keywords: *Arachis hypogaea* L.- Varieties- Storage- Fungi- Nigerian savanna

## Summary

Storage of peanut is increasingly becoming important both among growers and users of the crop in Nigerian savanna. The aim is to sell the produce and maximize benefits accruing from the crops during scarcity. Very often, these envisaged advantages fail due to unfavourable market forces, thus compelling them to sell at a loss or store them across seasons for periods ranging from one to two years. However, information on fungi associated with storage of such peanuts in Nigerian savanna and its attendant problems are yet to be investigated. Thus, the seed mycoflora and viability seven common peanut cultivars stored under conditions similar to traditional settings were investigated using different isolating techniques. The peanut cultivars were RMP 12, RMP 91, RRB, 48-115B, M554-76, 55-437 Ex-Dakar and a local cultivar. None of these cultivars possessed resistance to in vitro colonization by fungi. *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Rhizopus stolonifer* were consistently isolated from all the cultivars from almost all isolating techniques. Other fungi were *Fusarium chlamydosporium*, *F. roseum*, *F. oxysporium*, *Penicillium* spp., *Curvularia* spp., *Botryodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* and *Sclerotium rolfsii*. Relative percentages, however, varied with individual fungi and peanut cultivars. The test with seven different types of growth media gave the highest fungi recovery rate than the blotter paper technique. Seed viability was lower with peanut seeds stored for two years. Also, the relative percentage occurrence of individual fungi was significantly higher with seeds stored for two years. While we recommend the use of growth media for recovery and study of seed mycoflora, peanut seeds should not be stored for more than one year.

## Résumé

### Etude de la mycoflore lors de l'entreposage des graines de variétés d'arachide dans les savanes du Nigeria

L'entreposage de l'arachide est confronté à diverses contraintes qui concernent les producteurs et les consommateurs dans la région des savanes du Nigeria. Bien que l'objectif principal du producteur soit de vendre un produit de qualité afin de maximiser son profit, surtout lors des périodes de soudure, la commercialisation n'est pas toujours évidente. Cela est dû aux fluctuations du marché qui obligent les producteurs à vendre à perte ou à stocker leur récolte plus longtemps, jusqu'à deux ans, en attendant les jours meilleurs.

Cette étude, réalisée in vitro, montre la présence des mycètes lors de l'entreposage sur les sept variétés d'arachide, les améliorées (RMP 12, RMP 91, RRB, 48-115B, M554-76, 55-437 Ex-Dakar), ainsi que la variété locale. Ces résultats montrent que toutes les variétés étudiées ont été sensibles à la colonisation des champignons et que toutes les techniques d'isolation utilisées ont permis d'isoler des champignons *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* et *Rhizopus stolonifer*. D'autres champignons (*Fusarium chlamydosporium*, *F. roseum*, *Fusarium oxysporium*, *Penicillium* spp., *Curvularia* spp., *Botryodiplodia theobromae*, *Macrophomina phaseolina* et *Sclerotium rolfsii*) ont pu être identifiés mais leur fréquence dépendait du couple champignon/variété. En comparant les milieux de culture, les sept milieux étudiés ont donné une bonne croissance des mycètes par rapport à la culture sur du papier filtre humecté sans milieu de culture. Il a été également constaté après deux ans de stockage que le taux de viabilité des graines était faible alors que le pourcentage des mycètes augmentait significativement. Pour la bonne croissance des champignons, il est recommandé d'utiliser des milieux de culture et la conservation des graines d'arachide ne devrait pas dépasser une année.

## Introduction

Cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) also known as groundnut, an annual legume and native to South America, is primarily cultivated in areas of the world between 40 °N and 40 °S (40). Approximately 80% of the world's production comes from developing countries where yields are usually low, ranging 0.5–1.0 t/ha compared to 2.7 t/ha in USA. Africa, and important

continent for peanut production, produces 20% of the total world crop (11, 31, 40).

Peanut is an important cash and food crop in many parts of the tropics (14). In Nigeria, peanut is one of the most important leguminous crops second only to soybeans (*Glycine max* L.) (18). Nigeria which once produced up to 1.2 million metric tonnes per year and

<sup>1</sup>Department of Biological Sciences, University of Agriculture, P.M.B 2373, Makurdi Benue State, Nigeria.

<sup>2</sup>Department of Crop Production, University of Agriculture, P.M.B 2373, Makurdi Benue State, Nigeria.

Received on 29.07.99. and accepted for publication on 26.02.03.

which was once an exporter of peanut is now an importer of peanut and peanut products (2, 18, 23). One of the main reasons for this setback are diseases during storage (23, 26, 43). Consequently, farmers are shifting to production of other grain crops.

Prince (35), McDonald (24), and Porter *et al.*, (34) examined pods from a range of varieties collected from dried stacked materials in the field and seeds in storage. Fungi isolated from seeds in descending order of importance based on frequency of occurrence included *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, sterile fungi, *Trichoderma viridae* Rufai, *Macrophomina phaseolina* Tassi, *Sclerotium rolfsii* Sac., *Diplodia natalensis* Pole-Everon, *Diplodia theobromae* Pat., *Penicillium spp.*, *Curvularia spp.*, *Fusoriella spp.*, *Rhizopus spp.*, *Rhizoctonia solani* Kuhn and *Scleroclaeta spp.* In a similar work utilizing different storage conditions of moisture regimes, Dienar (15) and Dange and Patel (13) observed that the most prominent fungi were *Aspergillus flavus* Link ex Fries, *A. tamerii* Kita and *Penicillium citrinum* Thom. Others species of frequent occurrence were *Aspergillus candidus* Link extr., *Cladosporium spp.*, *Torula sacchari* Carda, *Penicillium fumiculosum* Biourge, *Trichothecium roseum* pers. Link extr., *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb ex Link) Lind, *Muccor spp.*, *Paecilomyces varietii* Bain, *Fusarium spp.*, and *Diplodia spp.* The findings of these research workers (13, 15, 34, 35) indicate that fungi associated with stored peanut may not be the same for different places and conditions. Also, differences in cultivars could have effects on colonization of peanut pods and seeds by fungi (8). For effective yield, viable seeds are among the most important things in agronomic practices. Global losses in food production due to seed borne diseases are important negative factors in world agriculture; hence seeds should be examined on a regular basis. Seeds have long been appreciated as the most important biological input to sustainable agricultural production and food security. It has been proved seed transmission is responsible for the perpetuation of plant diseases leading to drastic yield reduction (5, 16, 22, 28).

Mycoflora of peanut seeds have been reported on seeds of varieties NRRL 299, NRRL 502, NRRL 3357, NRRL 3239 in USA (6); TMV-2, TMV-7, GG2 and other varieties in India (13, 27, 36); a number of cultivars in South Carolina (35); Niger (42); Ivory Coast (33); Georgia (21); Virginia (17) and Brazil (20). However, there is no information yet on seed mycoflora of peanut cultivars commonly grown in the Nigerian savanna, the major peanut growing region of Nigeria. The aim of this study, therefore, was to investigate the seed-mycoflora of seven peanut cultivars cultivated in Nigerian savanna and their effect on seed viability.

## Material and methods

### -Sources of peanut seeds

Seeds of six peanut cultivars commonly grown in Nigerian savanna were obtained from Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria, the centre of the National Coordination on Groundnut Improvement Programme in Nigeria. The six cultivars were RMP 12, RMP 91, RRB, 48-115B, M554-76, and 55-437 Ex-Dakar. In

addition, a local cultivar was procured from markets in Makurdi, Nigeria, making a total of seven cultivars employed in this investigation. The seeds were obtained manually from the pods. The seeds (13% R.H.) were stored in locally woven sacks made of fibre. The sacks were divided into two lots of five bags. Five of the bags were for one year and the remaining five for two years all at room temperature ( $28 \pm 2$  °C). Samples of seeds required for study were randomly obtained at the end of each storage period, one and two year(s) respectively. The fungi were isolated using seven different media and a blotter paper technique.

### - Effect of storage period, media and blotter paper technique on the isolation of fungi associated with stored peanut seeds

Blotter paper technique (BPT) of Ito *et al.*, (20) was employed in this investigation. Moistened and sterile 9.00 cm diameter Whatman filter papers were placed in sterile Petri plates for the study.

The seven different media mentioned below were used to investigate the fungi. Potato (*Solanum tuberosum* L.) and cassava (*Manihot utilissima* L.) extracts were prepared by boiling 200 g each of both freshly peeled and sliced potato and cassava in 250 ml distilled water for 30 min. Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.) extracts were obtained by boiling 200 g of both ground beans and corn in 250 ml of sterile distilled water for 30 min. Extracts of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) and red sweet pepper (*Capsicum annum* L.) and fresh leaves of fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis* L.) were prepared by boiling 200 g of sliced fruits of tomatoes, red sweet pepper and chopped fresh leaves of fluted pumpkins in 500 ml of sterile distilled water for 30 min. Each filtered extract was respectively made up to 1l on cooling and supplemented with 20 g each of plain agar and glucose to make potato-dextrose-agar (PDA), cassava-extract-dextrose-agar (CAEDA), beans-extract-dextrose-agar (BEDA), corn-meal-dextrose-agar (CMDA), tomato-extract-dextrose-agar (TEDA), pepper-extract-dextrose-agar (PEDA) and fluted pumpkin leaf-extract-dextrose-agar (FPLEDA). All these media were autoclaved at 121 °C for 15 min. The media were upon cooling poured into 9.00 cm diameter Petri plates.

Each medium and blotter paper was seeded with four seeds of each cultivar/plate. To increase the surface area of seeds for isolation of fungi, similar experiments were performed for different parts of seed, which included testas, cotyledons, and embryos. The seed parts were respectively obtained through manual separation. Thus, a total of 1,152 samples (made up of 4 seeds, 4 testas, 4 cotyledons, 4 embryos) x 3 replications x 3 repetitions x 8 isolating techniques (seven different media + blotter paper technique) per cultivar of each storage period were used for the study. The experiment, which was arranged in a completely randomized block design, was incubated at  $28 \pm 2$  °C and monitored daily for emerging fungus for 14 days, during which any fungus inhabiting the seed/seed parts would have emerged. Fungi species were determined by comparison with already stock

cultures that have been confirmed by International Mycological Institute, Kew, Surrey, England and deposited in our laboratory as well as references to relevant literatures and bibliographies on fungi. Relative percentage occurrence was calculated for each emerging fungus, as given in equation  $X = Y/Z$ ; where Z= any fungus, Y= frequency of isolation of fungus X, Z= total number of seeds/seed parts in an experiment. The mean treatment total of each trial was used for further statistical analysis.

#### -Viability tests

The effect of storage period on viability of peanut seeds was determined on blotter paper as described for seeds. A seed is considered viable when it can germinate. Seeds are classified as having germinated if the radicle and coleoptile have grown out of the epicarp; a change from seed to seedling. Seed viability was also tested in the field.

For blotter paper, samples of four seeds/cultivar were placed on sterile moistened Whatman filter papers in sterile Petri plates following the procedures of Ito *et al.*, (20). Each experiment, which comprised of 50 plates (200 seeds; 4/plate of 50/cultivar) were completely randomised on a laboratory bench at  $28 \pm 2$  °C and observed daily for seed germination.

On the field, the usual agronomic practices were followed for the planting of the seeds in a randomised block design. The seeds were sown on rows of 50 m long and 60 cm apart. A spacing of 10 -15 cm between plants within a row was used during planting according to recommendations of Subrahmanyam *et al.*, (40). The design was 7 cultivars x 3 replications and repeated thrice. The experiment whose moisture

requirement was through the natural rain fed water was monitored daily for seed germination. Viability was measured by the percentage of germinated seeds/cultivar for each storage period. Data were analysed by analysis of variance and treatment means separated by Duncan's New Range Multiple Range Test at 5% probability level.

## Results

#### -Effect of blotter paper technique and seven different media on the isolation of fungi associated with seeds of seven peanuts cultivars stored for one and two years

For blotter paper technique, fungi isolated and analysed from seeds stored for one year were *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus stolonifer*, *Fusarium chlamydosporium* and *Curvularia spp.* *A. niger* and *F. chlamydosporium* had the highest and lowest relative percentage occurrence of 27.8% and 4.4% respectively (Table 1).

The same fungi organisms were also observed with seeds stored for two years. *A. niger* was highest with 67.5% while *F. chlamydosporium* was lowest with 4.4% (Table 2).

The result showed that, though, *A. niger* had the highest relative percentage occurrence. The percentage value of 67.5 was higher for seeds stored for two years than 27.8% for one year. Thus, the longer the storage period, the more the seeds become infected.

**Table 1**  
Effect of blotter paper technique and seven different media on the isolation of fungi associated with seeds and seed parts of seven peanut cultivars one year after storage

Fungi	Blotter paper technique and media								MEAN TOTAL
	BPT*	PDA	CAEDA	BEDA	CMDA	TEDA	PEDA	FPLEDA	
<i>Aspergillus niger</i>	27.8**	41.3	44.4	38.5	37.3	44.1	38.9	44.4	39.6 (.11)a
<i>A. flavus</i>	19.8	28.2	44.1	35.3	28.2	37.7	35.3	28.2	32.1 (.10)ab
<i>Rhizopus stolonifer</i>	26.6	38.1	38.5	00	34.5	38.9	4.8	38.1	27.4 (.09)b
<i>Fusarium roseum</i>	00	6.2	00	00	4.0	10.2	00	00	2.6 (.03)c
<i>F. chlamydosporium</i>	4.4	12.3	9.1	00	00	15.5	00	11.5	6.6 (.04)c
<i>F. oxysporium</i>	00	00	00	10.3	00	00	00	00	1.3 (.02)c
<i>Curvularia spp.</i>	6.0	00	00	7.9	00	16.3	25.3	00	6.9 (.05)c
<i>Penicillium spp.</i>	00	00	00	00	00	00	00	16.7	2.1 (.03)c
<i>Botryodiplodia theobromae</i>	00	12.3	00	00	13.9	00	00	00	3.3 (.03)c
<i>Sclerotium rolfsii</i>	00	00	00	15.9	18.3	00	00	9.1	4.4 (.04)c

Keys:

\* BPT= Blotter paper technique, PDA= Potato-dextrose-agar, CAEDA= Cassava-extract-dextrose-agar, BEDA= Beans extract-dextrose-agar, CMDA= Corn-meal-extract-dextrose-agar, TEDA= Tomato-extract-dextrose-agar, PEDA= Pepper-extract-dextrose-agar and FPLEDA= Fluted-pumpkin -leaf extract dextrose-agar.

\*\* Each figure represents a mean percentage occurrence of each fungus from seven cultivars of peanut/isolating medium or technique. Figures in parenthesis are arc sine transformed values,  $\text{arc sine} = \sqrt{\chi}$ .

Means followed by the same letter are not significantly different from each other according to Duncan's multiple New Range Test (P< 0.05).

**Table 2**  
**Effect of blotter paper technique and seven different media on the isolation of fungi associated with seeds of seven peanut cultivars two years after storage**

Fungi	Blotter paper technique and media								MEAN TOTAL
	BPT*	PDA	CAEDA	BEDA	CMDA	TEDA	PEDA	FPLEDA	
<i>Aspergillus niger</i>	67.5**	37.7	61.1	33.7	38.7	49.2	44.8	45.2	47.2 (.12)a
<i>A. flavus</i>	43.5	28.6	49.2	34.9	42.2	41.3	30.5	52.8	40.4 (.11)ab
<i>Rhizopus stolonifer</i>	63.5	37.3	51.2	00	29.2	19.1	17.9	48.8	33.4 (.10)b
<i>Fusarium roseum</i>	2.0	14.2	6.0	00	8.3	6.8	00	00	4.7 (.04)c
<i>F. chlamydosporium</i>	4.4	18.3	00	00	9.5	00	00	17.5	6.2 (.04)c
<i>F. oxysporium</i>	00	00	16.3	24.2	00	28.4	00	00	8.6 (.05)c
<i>Curvularia</i> spp.	6.0	20.2	10.3	20.0	00	00	17.9	00	9.3 (.05)c
<i>Penicillium</i> spp.	00	12.7	00	00	00	30.5	00	17.1	7.5 (.05)c
<i>Botryodiplodia theobromae</i>	00	00	00	29.0	8.0	00	00	00	4.6 (.04)c
<i>Sclerotium rolfsii</i>	00	00	00	00	10.0	04	00	00	1.8 (.02)c
<i>Macrophomina phaseolina</i>	00	11.1	00	00	00	00	00	00	1.4 (.02)c
<i>Trichoderma</i> spp.	00	00	8.7	00	00	00	00	00	1.1 (.02)c

Keys: as in table 1.

Results of isolation of fungi associated with peanut seeds using media indicated that *A. niger* had the highest relative percentage occurrence from seeds of seven peanut cultivars stored for one and two year(s). However, the percentage values varied with media. Cassava-extract-dextrose-agar (CAEDA) and fluted pumpkin leaf-extract-dextrose-agar (FPLEDA) were most favourable for isolation of *A. niger* with relative percentage occurrence of 44.4% each (Table 1). After two years of storage of peanut cultivars, the medium

with highest percentage record of *A. niger* was CAEDA (Table 2). Following *A. niger* in order of frequency of isolation and occurrence were *A. flavus* and *R. stolonifer*. These three fungi were consistently observed over all isolating media and the cultivars except *R. stolonifer* which was not isolated when bean-extract- dextrose-agar was used as an isolating medium (Tables 1 and 2). Similarly, some fungi were not observed with some peanut cultivars. For instance, *Sclerotium rolfsii* was

**Table 3**  
**Relative percentage occurrence of fungi associated with seeds of seven peanut cultivars one and two years of storage**

Cultivar	Storage period	Fungi											
		<i>Aspergillus niger</i>	<i>A. flavus</i>	<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Fusarium roseum</i>	<i>F. chlamydosporium</i>	<i>F. oxysporium</i>	<i>Curvularia</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Botryodiplodia theobromae</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Macrophomina phaseolina</i>	<i>Trichoderma</i> spp.
RMP 12	1 year	13.1*	13.9	10.4	2.8	2.9	3.8	1.4	2.8	0.9	0.0	0.0	0.0
	2 years	15.6	16.9	11.8	3.8	3.4	2.1	4.6	2.8	0.0	0.0	0.6	0.9
RMP 91	1 year	12.7	13.0	11.2	1.6	1.7	1.6	1.8	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0
	2 years	15.1	17.0	11.9	4.2	3.1	1.6	5.2	0.0	0.9	1.0	0.0	0.0
RRB	1 year	12.7	11.0	9.5	3.0	2.7	0.5	0.4	0.0	1.4	0.9	0.0	0.0
	2 years	16.3	12.9	14.2	4.6	1.9	1.1	4.6	1.4	1.4	0.4	1.5	2.1
48-115B	1 year	14.6	10.9	8.0	1.3	1.4	0.0	1.8	1.4	1.6	0.0	0.0	0.0
	2 years	16.1	14.4	7.7	1.0	0.9	4.6	1.2	1.4	2.0	0.0	0.0	0.0
M554-76	1 year	14.0	11.6	10.0	0.6	0.7	0.8	1.4	1.2	0.8	1.5	0.0	0.0
	2 years	17.1	13.6	12.3	6.8	4.4	1.3	3.5	2.4	1.3	1.5	0.5	0.0
55-437													
Ex-Daka	1 year	13.0	10.5	7.9	1.0	1.1	2.6	0.3	2.5	1.4	1.4	0.0	0.0
	2 years	14.2	15.4	6.6	1.2	0.8	2.9	0.9	1.8	2.6	0.0	0.0	0.0
Local Cultivar													
Local Cultivar	1 year	12.9	10.0	7.6	1.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
	2 years	13.5	14.4	13.6	0.8	0.7	1.2	3.4	3.1	1.9	1.5	0.0	0.0
Mean Total	1 year	13.3(.06)a	11.6(.06)a	9.2(.05)a	1.6(.02)b	1.5(.02)b	1.5(.02)b	1.0(.02)b	1.1(.02)b	1.1(.02)b	0.8(0.02)b	0.0(.00)b	0.0 (.00)b
	2 years	15.4(.07)a	14.9(.07)a	11.2(.06)a	3.2(.03)b	2.2(.03)b	2.1(.03)b	3.3(.03)b	1.8(.02)b	1.6(.02)b	0.6(.01)b	0.4(.01)b	0.4 (.01)b

\* Each figure represents an average of 1,152 samples of peanut seeds and seed parts per cultivar. Figures in parenthesis are arc sine transformed values, arc sine  $\sqrt{\chi}$ . Means followed by the same letter along the horizontal column are not significantly different according to Duncan's New Multiple Range Test ( $p \leq 0.05$ ).

not isolated from RMP 12 and 48-115B (Table 3). In other cultivars, some fungi were isolated from seeds only after a certain storage period. *Macrophomina phaseolina* was only isolated from seeds stored for two years (Table 3). Percentage occurrences of *A. niger*, *A. flavus* and *R. stolonifer* were significantly higher than other fungi (Table 3).

Viability values showed that seeds stored for two years had significantly ( $P=0.05$ ) lower values both in the laboratory and in the field than those stored for one year. However, percentage viability was generally higher in the field than in the laboratory for each respective cultivar. In the laboratory, percentage viability ranged from 25.0 - 32.4% and 1.9 - 4.6% for seeds stored for one year and two year(s), respectively (Table 4), whereas, the percentage viability for the corresponding periods was between 90 and 97% for seeds stored for one year, and 8 - 15% for seeds stored for two years (Table 4).

These data showed that the longer the storage period, the higher the attack by colonizing and associated fungi, and the lower seed viability (Table 4). On cultivar RMP 12, percentage viability of seed stored for one year was 28.7% in the laboratory using blotter paper technique. For this corresponding period and the same cultivar, viability was 90.3% in the field (Table 4). After two years of storage, viability of RMP 12 fell to 2.7% and 10.1% in the laboratory and in the field, respectively (Table 4).

*derma* spp. and *Penicillium* spp. in small and sub-dominant group, in this investigation is in contrast with the previous reports of Garren (17) for Virginia and Jackson (21) in Georgia. In the findings of these authors, Garren (17) and Jackson (20), *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., and *Fusarium* spp. were predominant while *Aspergillus* spp. were subdominant. The contrasts are most likely due to varietal and environmental and less to qualitative differences in the seeds mycoflora. Bass (7) reported that the storage potential of grain is influenced by inherent as well as external factors, especially genetic differences between genera, species and cultivars. Some of these fungi isolated in this work have been reported as being associated with seeds in Nigeria and other parts of the world (9, 10, 28, 30). However, this is the first record of seed storage-mycoflora of seven peanut cultivars that are cultivated in agro-ecological zone of Nigerian savanna.

The inconsistent isolation and absence of other fungi and consistent presence of *Aspergillus* and *Rhizopus* spp. may be an indication of adaptation and colonizing efficiency. *Aspergillus* and *Rhizopus* spp. colonized and adapted easily on the seeds, thus depleting nutrients that would have been made available for other fungi. Basha and Pancholy (6) reported a decrease in oil, iodine value, soluble carbohydrates and protein contents in groundnut seed infested with *Aspergillus* spp. This may be responsible for the inconsistencies in the isolation of other fungi that could not be observed from some other cultivars. *Macrophomina*

**Table 4**  
Viability tests of seeds of seven peanut cultivars one and two year(s) of storage

Cultivars	Location of tests			
	Laboratory		Field	
	One year old seeds	Two years old seeds	One year old seed	Two years old seeds
RMP 12	28.7 (.09)a*	2.7 (.03)a	90.3 (.17)a	10.1 (.06)a
RMP 91	25.0 (.08)b	2.7 (.03)a	95.0 (.17)a	14.0 (.07)a
RRB	27.8 (.09)a	1.9 (.02)a	96.4 (.17)a	8.7 (.05)a
48 - 115B	32.4 (.10)a	1.9 (.02)a	95.0 (.17)a	15.0 (.07)a
M554 - 76	28.7 (.09)a	1.9 (.02)a	97.6 (.17)a	15.5 (.07)
55 - 437 Ex-Dakar	32.4 (.10)a	1.9 (.02)a	94.2 (.17)a	10.2 (.06)a
Local cultivar	31.0 (.10)a	4.6 (.04)a	94.0 (.17)a	10.0 (.06)a

\* Figure represents average percentage viability of seeds of different seven peanut cultivars. Figures in parenthesis are arc sine transformed values, arc sine  $\sqrt{\chi}$ .

Means followed by the same letter in the vertical column are not significantly different according to Duncan's New Multiple Range Test ( $p \leq 0.5$ ).

## Discussion and conclusions

The consistent isolation and presence of *Aspergillus* spp. from all the cultivars confirmed the earlier reports of Dienar (15) and Dange and Patel (13) that *Aspergillus* spp. were the prominent fungi isolated from stored groundnut seeds. The occurrences of other fungi organisms like *Fusarium* spp., *Tricho-*

*phaseolina* was isolated only from seeds stored for two years. Thus, the absence of some fungi may not be due to resistance to *in vitro* colonization of genotypes by certain fungi to reach and colonize the particular cultivar. Sherf and Macnab (38) and Coelho and Dhingra (12) found that *Macrophomina* is a weak pathogen with poor saprophytic ability and infects

through wounds. Other agents or penetration could ascribe the appearance of *Macrophomina phaseolina* after two years of storage to the inability of the fungus to infect and establish in seeds not until damage by other fungi (30).

An interesting observation was the absence of *Rhizopus stolonifer* when bean-extract-agar medium was used. A further study is required on the behaviour of *Rhizopus* spp. and bean-extract-derived media.

Mycoflora of peanuts are known to produce a large number of metabolites including aflatoxin. Aflatoxin contamination of groundnut is of significance in relation to public health and future export trade. Aflatoxin contamination of groundnut is one of the most important constraints to production in many West African countries (26). The toxin also constitutes a potential and even presents environmental hazard to animal and man alike (4, 32, 41). Aflatoxin is potent hepatocarcinogenic secondary metabolites produced by *Aspergillus* spp. These fungi occur on a number of agricultural commodities including peanuts. The use of stored food containing more than 20 ppb ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) aflatoxin for human consumption is prohibited in Mexico and other countries including United States of America. Grains with more than 20 ppb aflatoxin cannot be sold through interstate commerce, and some countries will not buy grain with contamination greater than 10 ppb (29, 37). Other effects of mycotoxins on human and animal health reported in medical literature include ergotism, hepatitis, tetratogenic, tremorogenic, skin diseases, gastroenteritis, hemorrhage and vomiting (39). In view of the statements by Alpert and Davidson (3) that mycotoxins are the important causes of primary liver cancer, mouldy foods and beverages should be considered dangerous and not to be consumed. In this investigation, where there is no genotype with *in vitro* resistant to colonization by fungi suggests that these cultivars are a potential danger to animal and man if infested seeds are consumed or colossal losses of serious economic magnitude could be incurred if stored for two years.

Reduced viability of seeds with increased storage period may be associated with *Aspergillus* and

*Rhizopus* spp., which were consistently isolated from all seven cultivars in almost all media. Reduced rice germination in the laboratory has also been associated with *Aspergillus* spp. (19). Our findings here therefore, suggest that some of the fungi were probably extraneous or just natural contaminants of seed. Jackson (21) and Mehan *et al.*, (25) pointed out that some of the these fungi were probably only casually associated with groundnut but a large number of them have been consistently reported as members of shell (pod) and seed mycoflora of sound and diseased pods and may be said to pose an affinity for the groundnut pod. This is consistent with the conclusions of Agarwal and Sinclair (1) that most seed-borne pathogens do not kill the seed immediately.

The higher percentage viability values in the field are indications of a more conducive environment for testing seed germination than the blotter paper technique, which has limited conditions in the laboratory. Also, the highest rate of fungi recovery from growth media showed that media are better use for testing and study of seed mycoflora than the blotter paper technique.

Studies are in advanced progress at our laboratory on the effect of different storage techniques on mycoflora of groundnut seed in Nigeria.

## Recommendations

To be able to achieve a more reliable production in groundnut, a lot of work is required to screen more cultivars for genotypes with *in vitro* colonization by fungi. One of the possible means of reducing aflatoxin contamination of groundnut is the introduction and cultivation of resistant cultivars. Although resistant cultivars such as ICGV 87084, ICGV 87094 and ICGV 87110 have been reported (42); whether they will adapt to Nigerian savanna environment is another subject of investigation when they are introduced. Long storage period by producers and users of groundnut seeds should not be encouraged to avoid losses.

## Literature

- Agarwal V.K. & Sinclair J.B., 1987, Principles of Seed Pathology. Vol II CRC press inc. BOCA Roton; Florida, 55-89.
- Agricultural Extension Research and Liason Service (AERL), 1985, Groundnut production in Northern States of Nigeria. Extension Bulletin (A.B.U) 2: 30.
- Alpert M.E. & Davidson C.S., 1969, Mycotoxins, a possible cause of primary carcinoma of the liver. American J. Med. 46, 326-329.
- Asiedu J.J., 1989, Processing tropical crops. A technological approach. Macmillan, London and Basingstoke, 124-143.
- Baker K.F., 1972, Seed pathology. Pp. 317-416, *in*: seed biology; ed. Kozlowski, vol., Academic press, NY and London.
- Basha S.M. & Pancholy S.K., 1986, Qualitative and quantitative changes in the protein composition of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed following infestation with *Aspergillus* spp. differing in aflatoxin production. J. Agriculture and food chemistry (USA), 34: 638-643.
- Bass L.N., 1982, Physiological and other aspects of see preservation. Pp. 145-170, *in*: The plant seed, development, preservation and germination; Eds. I. Rubenstein; R.L. Pillips; C.E. Green and B.G. Gengenbach. Academic Press Inc., NY.
- Baird R.E., Brennemin T.T., Mullinix B.G., Bell D.K., Cullbreath A.K. & Moore J.B., 1993, The effects of chemical treatment, harvest date and specific isolation media on the peanut shell mycobiota of two peanut cultivar. Plant Dis. 77, 736-741.
- Christensen C.M., 1970, Moisture content, moisture transfer and invasion of stored sorghum seeds by fungi. Phytopathology, 60: 280-283.
- Christensen C.M. & Kaufmann, H.H., 1969, Grain storage: The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press, Minneapolis, USA, 153 pp.
- Cobley L.S., 1979, An introduction to the botany of tropical crops. Lowe and Brydone Ltd. Thelford, London; pp. 80-85.
- Coelho N.R.A & Dhingra O.D., 1996, Method for evaluating bean genotype reaction to *Macrophomina phaseolina*. Fitopatol Bras. 21: 236-242.

13. Dange S.R.S & Patel V.J., 1984, Effect of relative humidity and storage period on fungi invasion and viability of groundnut seeds. Bulletin of grain technology (India), 22, 225-231.
14. Dick K.M., 1987, Pest management in stored groundnuts. Information Bulletin N° 22 ICRISAT India 28 pp.
15. Dienar U.L., 1960, The mycoflora of peanut in storage. Phytopathology, 50: 220-223.
16. Feistritzer W.P., 1975, The role of seed technology for agricultural development. Seed Science and Technology, 3, 415-420.
17. Garren K.N., 1966, Peanut mycoflora and pathogenesis. Peanut Pod Rot phytopath. 55, 359-365.
18. Gibbion D. & Pain A., 1988, Crops of the drier region of the tropics. Longman, Singapore; pp. 121-125.
19. Imolehim E.D., 1983, Seed-borne fungi and their effect on rice germination. Plant Dis. 67: 1334-1338.
20. Ito M.A., Bacchi L.M.A., Maringoni A.C. & Menten, J.O., 1992, Comparison for the detection of *Aspergillus* and *Penicillium* spp. on groundnut seed. Suma phytopathological (Brazil), 18: 262-268.
21. Jackson C.R., 1968, *Aspergillus* crown rot of peanut in Georgia. Plant Dis Rept. 46, 888-892.
22. Kaiser W.J., 1987, Testing and production of healthy plants germplasm. Technical Bulletin N° 2. Eds. S.B. Mathur and P. Neergaard, 30 pp.
23. Libura J.K., Nwagba E.C. & Agori-lwe I.C.O., 1990, The marketing of groundnut by farmers in major ground areas of Nigeria. Samaru miscellaneous paper N° 110 /AR/ABU 40 pp.
24. McDonald D., 1970, Fungal infection of groundnut fruit before harvest. Trans. Br. mycol. Soc. 54: 453-460.
25. Mehan V.K., McDonald D. & Gibbion R.W., 1982, Seed colonization and aflatoxin production strains of *Aspergillus flavus*. Oleagineux, 37, 183-191.
26. Mehan V.K., McDonald D. & Ramakrishna N., 1986a. Varietal resistance in peanut to aflatoxin production. Peanut Science, 13, 7-10.
27. Mehan V.K., McDonald, D. & Ramakrishna N., 1986b, Effects of genotype and date of harvesting on infection of peanut seeds by *Aspergillus flavus* and subsequent contamination with aflatoxin. Peanut Science (USA), 13, 46-50.
28. Neergaard P., 1977, Seed pathology: vols. 1 & 2. Macmillan Press Ltd., London-Basingstoke, 1187 pp.
29. Nicholas T.E., 1983, Economic effects of aflatoxin in corn. Pp. 46-50, in: Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn. Eds. U.L. Dienar, R.L. Asquith and J.W. Dickens. So. Coop. Ser. Bull. 279. Auburn University, Auburn, Ala.
30. Oluma H.O.A. & Nwankiti A.N., 2000, *Macrophomina phaseolina* dry root and fruit rot of okra in Nigeria. African Plant Protection (South Africa), 6 (1) (In press).
31. Onwueme I.C. & Sinha T.D., 1991, Field crops production in tropical Africa: Principle and practice. Technical centre for Agricultural Rural cooperation, England, 325-336.
32. Pettit R.E., Azaizel H.A., Taber R.E., Szerszen J.O. & Smith O.O., 1989, Screening cultivar for resistance to *Aspergillus flavus*, *A. parasitica* and aflatoxin contamination of groundnut, in: Proc. Int. Workshop. Aflatoxin contamination of groundnut ICRISAT, Pantacheru, India, 291-303.
33. Pollet A., Declert C., Weigand W., Harkema J. & Lisdonk E., 1992, Three years studies on relationships between traditional groundnut storage and aflatoxin problems in Ivory Coast: main results. Van de-oleaginaux (France), 47, 71-85.
34. Porter D.M., Smith D. & Radriguez-Kabara R., 1988, Compendium of peanut disease. American phytopathological Society, 1<sup>st</sup> Ed. 5-30.
35. Prince A.E., 1944, Disease of peanut collected in South Carolina. Plant Dis. Repr. 29, 367.
36. Reddy G.R., Reddy A.G. & Rao K.C., 1991, Seed mycoflora of groundnut varieties from different sources. J. Research APAU, 19: 82-83.
37. Rodriguez-del-Bosque L.A., 1996, Impact of agronomic factors on aflatoxin contamination in preharvest field corn in Northeastern Mexico. Plant Disease, 988-993.
38. Sherf A.F. & Macnab A.A., 1986, Vegetable diseases and their control. John Wiley and Sons, NY. 728 pp.
39. Shetty H.S., 1992, Different types of damages in seeds caused by seed borne fungi. Pp. 53-62, in: Seed pathology. Proc. of Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation. Seminar held in Copenhagen, Denmark. Eds. S.B. Mathur and J. Jorgensen. Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation, Wageningen, Netherlands, 412 pp.
40. Subrahmanyam P., Wongkaew S., Reddy D.V.R., Demski J.W., McDonald D., Sharma S.B & Smith D.H., 1992, Field diagnosis of groundnut diseases. Information Bulletin N° 36. Int. Crops. Res. Inst. for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) India, 78 pp.
41. Waliyar F., 1990, *Aspergillus flavus* and *A. niger* contamination of groundnut in Niger. Proc. Am. peanut Research Education Society. Ann. meeting 22<sup>nd</sup>, in: Plant Dis. 78, 704-707.
42. Waliyar F., Hassan H. & Inran B.P., 1994, Sources of resistance to *Aspergillus flavus* and aflatoxin contamination in groundnut genotypes in West Africa. Plant Disease, 78, 704-708.
43. Yayock, J. I., 1976. Groundnut research in Nigeria. Samaru conf. paper N°7, in: Plant Dis. 78, 704-707.

H.O.A. Oluma, Nigerian, Research scientist with Plant Research and Traditional Medicine Unit of the Department of Biological Sciences, University of Agriculture, P.M.B. 2373, Makurdi Benue State, Nigeria.

A.O. Nwankiti, Nigerian, Professor of Plant Pathology of the Department of Crop Production, University of Agriculture, P.M.B. 2373, Makurdi Benue State, Nigeria.

# Petite motorisation et exploitations maraîchères de taille limitée du Sahel tunisien. Partie 1: Etude diagnostique

S. Chehaibi<sup>1,2</sup>, J.G. Pieters<sup>1</sup> & R.A. Verschoore<sup>1</sup>

Keywords: Motor hoe- Walking tractor- Low power machinery

## Résumé

*Les possibilités d'introduction de la petite motorisation dans le secteur maraîcher du Sahel tunisien ont été étudiées par la conduite d'une enquête auprès d'exploitants maraîchers de la région visant la collecte de données précises sur les caractéristiques de l'exploitation (taille et nombre de parcelles, spéculations pratiquées, mécanisation adoptée, etc.), et le diagnostic de la petite motorisation disponible sur le marché local (nature, puissance, etc.). Les résultats ont montré une dominance des exploitations de petite taille constituées pour la plupart de deux parcelles séparées et pratiquant plusieurs spéculations. Au niveau de ces exploitations qui sont gérées dans la majorité par des agriculteurs jeunes mais d'une grande expérience, seul le travail du sol était entièrement motorisé. La motorisation faisait appel à des engins de traction de taille et puissance importante (plus de 50 kW). Au niveau du marché local, la petite motorisation était représentée par des motohoues de puissance comprise entre 5 et 7 kW, des motoculteurs dont la puissance est comprise entre 6 et 10,5 kW et de deux types de petits tracteurs de puissance respective 12 et 16 kW. Il s'est avéré que toutes les opérations culturales motorisées disposaient des outils attelables correspondants. De même, plusieurs autres opérations pouvaient être motorisées (binage, butage, traitement phytosanitaire).*

## Summary

### Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 1: Inquiry

*In this study, it was investigated to what extent low power mechanisation could be introduced in vegetable production in the Tunisian Sahel region by means of an inquiry held among local vegetable growers and at the mechanisation market. Data were collected as to acquire precise information on exploitation characteristics (number and area of the parcels, crops grown, adopted mechanisation, etc.) and on equipment available at the local market (type, power, etc.). The results demonstrated the predominance of small exploitations, which mainly consist of two separate parcels on which several crops are grown. Most exploitations were managed by young and well experienced farmers. Only soil preparation was found to be entirely mechanised. Mechanisation was mainly based on relatively large and high power tractors (typically more than 50 kW). The local machinery market of low power mechanisation was found to offer 5 to 7 kW motor hoes, 6 to 10.5 kW walking (two wheel) tractors and two types of small (four wheel) tractors of 12 and 16 kW. It was observed that equipment was available for all cultivation operations that are nowadays mechanised, while other operations as scuffling, ridging up, and phytosanitary treatments could still be mechanised.*

## Introduction

L'examen de l'évolution des superficies agricoles exploitées en Tunisie et de leur nombre, montre la présence d'un problème épineux pour le développement de ce secteur, à savoir le morcellement des exploitations. C'est la faible taille qui caractérise généralement les exploitations agricoles (2). En effet, les résultats d'enquêtes menées par le Ministère de l'Agriculture en 1961-62 et en 1994-95, ont montré que la moyenne des superficies agricoles a subi une nette régression due essentiellement au système d'héritage en vigueur. Ce phénomène est beaucoup plus ressenti au niveau des petites exploitations de taille inférieure à 5 ha, dont le nombre est passé de 133.000 unités en 1962 à 251.000 unités en 1995, entraînant ainsi une augmentation de leur nombre de 89% (2). En outre, la superficie totale des exploitations de moins de 5 ha a connu à l'échelle du pays,

une augmentation assez importante sur une période d'une trentaine d'années. Elle est passée de 318.000 ha en 1962, ce qui correspondait à 6% de la superficie agricole totale, à 471.000 ha en 1995, soit 9% de la superficie agricole totale, traduisant une croissance de 48% (2).

Au niveau des cultures irriguées, le secteur couvrait une superficie totale de 453.000 ha, soit 28% de la superficie totale agricole, et intéressait plus de 124.000 exploitants. Les cultures maraîchères qui représentent l'un des principaux axes du secteur ont connu aussi une augmentation continue au niveau des superficies. Elles sont passées de 86.900 ha en 1992 à 118.700 ha en 1999, ce qui représente un accroissement de 36,5% sur une période de 8 ans (1). Il convient de signaler que la majorité des superficies destinées au maraîchage sont situées au nord et au

<sup>1</sup> Department of Agricultural Engineering, Ghent University, Coupure Links 653, B-9000 Ghent, Belgium. Phone +32 9 264 61 88, fax +32 9 264 62 35, e-mail: Jan.Pieters@rug.ac.be

<sup>2</sup> Ecole Supérieure d'Horticulture, 4042 Chott-Mariem, Tunisie.  
Reçu le 28.11.02. et accepté pour publication le 31.01.03.



centre du pays. Ces superficies représentaient respectivement environ 47% et 44% des superficies agricoles dans ces zones (1). La taille de ces exploitations est en général réduite. On enregistre 28,7% d'exploitations maraîchères inférieures à 5 ha, 21,8% d'exploitations dont la taille est comprise entre 5 et 10 ha et 21,9% couvrant des superficies de 10 à 20 ha, soit au total 72,4% d'exploitations de taille inférieure à 20 ha (1).

Mais, si pratiquement toutes les opérations conduites au niveau des exploitations maraîchères de grande et moyenne taille sont généralement motorisées, elles sont limitées à la préparation du sol au niveau des exploitations de petite taille (1).

Les systèmes irrigués contrairement à bien d'autres systèmes, offrent la possibilité d'une plus grande intensification culturale en faisant appel à l'énergie mécanique (8). Cette dernière permet de faciliter les travaux, d'accroître la productivité du travail et le rendement des cultures (11), surtout lorsqu'elle est bien adaptée aux conditions d'utilisation (3). Une telle mécanisation devrait permettre l'obtention du volume de production requis par les normes sociales ou l'état du marché et sa réalisation au coût le moins élevé possible (9).

Dans la région du Sahel faisant partie du centre tunisien et groupant les gouvernorats de Sousse, Monastir et Mahdia, les exploitations maraîchères couvrent une superficie de 17.360 ha, ce qui représente environ 12% de la totalité de la superficie maraîchère dans le pays, et 27,30% de la superficie maraîchère du centre tunisien (1). Dans cette région, les opérations culturales mécanisées font appel à la motorisation classique de taille et de puissance importante (50 à 60 kW). Cette motorisation est confrontée à de nombreux problèmes dans le cas des parcelles de taille réduite à savoir:

- une mauvaise adaptation de la taille des engins aux surfaces travaillées, ce qui réduit le rendement des matériels et entraîne par conséquent des coûts élevés (6);
- une difficulté de travailler la totalité de la surface quand celle-ci se trouve sous serre à cause de la taille importante du matériel ce qui réduit la surface cultivable utile;
- un volume horaire d'utilisation annuelle faible entraînant la non-rentabilité des équipements surtout chez les propriétaires de matériel (5);
- un tassement du sol suite aux passages répétés (cultures intensives) d'engins lourds sur des sols généralement humides (cultures irriguées) (10).

Actuellement, l'application de la petite motorisation dans les pays développés (Japon, Italie, etc.) a permis de surmonter la plupart des problèmes posés par la mécanisation classique et le manque de main-d'œuvre au niveau des petites exploitations (4). C'est ainsi que l'étude de l'introduction de la petite motorisation dans la région du Sahel tunisien auprès des petits exploitants semble justifiable pour les raisons sus-indiquées.

L'objectif du présent travail consiste en un diagnostic de l'état actuel des exploitations maraîchères du Sahel et du marché local de la petite motorisation

visant une éventuelle adéquation entre les opérations conduites dans ces exploitations et le petit matériel motorisé disponible sur le marché.

## Matériel et méthodes

### 1. Diagnostic de l'état actuel des exploitations maraîchères du Sahel tunisien

Une enquête a été réalisée auprès des exploitants maraîchers du Sahel tunisien ayant pour but de collecter des données précises sur ces derniers (âge, niveau d'instruction, expérience professionnelle) et sur l'état actuel de leurs exploitations (taille, nombre de parcelles par exploitation, mécanisation adoptée, etc.). Un questionnaire a été élaboré auparavant pour servir de guide d'entretien avec les personnes contactées.

La population des maraîchers de la région de Sahel est estimée à 6932 exploitants en 2001, possédant généralement une ou plusieurs parcelles. Les exploitants étaient répartis dans la région comme suit:

- 3500 agriculteurs dans le Gouvernorat de Sousse;
- 2522 agriculteurs dans le Gouvernorat de Monastir;
- 910 agriculteurs dans le Gouvernorat de Mahdia (dans cette région nous avons considéré seulement les périmètres publics irrigués).

Il est à préciser que l'effectif des exploitants est variable d'une campagne à l'autre et même au cours d'une même campagne, en fonction du nombre d'adhérents aux organismes qui géraient la distribution de l'eau d'irrigation.

Pour effectuer l'enquête, nous avons opté pour un taux de sondage de 10% du nombre total des agriculteurs de chaque Gouvernorat. Les exploitants enquêtés ont été tirés au hasard en considérant deux critères essentiels: exploitation fonctionnelle et accessible par moyen de transport. Le contact avec les exploitants a été facilité par la présence d'un agent de la Cellule Territoriale de Vulgarisation (CTV) de la zone en question.

### 2. Diagnostic de la petite motorisation disponible au marché local

Une enquête a été conduite chez les fournisseurs locaux de matériel agricole visant de collecter des informations précises sur les petits engins de traction et d'animation (marque, puissance, nature de carburant, encombrement, etc.), et sur les outils attelables correspondants (nature, nombre de corps, largeur de travail, etc.). Les informations collectées permettront d'établir une éventuelle correspondance entre les opérations culturales motorisées conduites par les petits exploitants et le petit matériel motorisé disponible sur le marché. La motorisation des opérations manuelles ou à traction animale, est sans doute envisagée.

Le questionnaire a été élaboré dans le but de recueillir de manière précise des informations techniques et technologiques sur le petit matériel agricole importé ou de fabrication locale commercialisable à l'échelle du pays. En outre, les fiches techniques des différents matériels étaient demandées aux vendeurs afin de

collecter le plus de renseignements possible sur ces équipements.

Quant aux fournisseurs mêmes de matériel, une liste portant le nom de l'organisme ainsi que ses coordonnées a été arrêtée d'avance pour faciliter la programmation des contacts.

**Résultats-discussion**

**1. Situation actuelle de l'exploitation maraîchère du Sahel tunisien**

L'enquête a touché au total 236 exploitants qui sont répartis comme suit:

- 65 exploitants dans la région de Sousse, ce qui correspondait à 2% de l'effectif total;
- 101 exploitants dans la région de Monastir, ce qui représentait 4% de l'effectif total;
- 70 exploitants dans la région de Mahdia, ce qui valait 7,7% de l'effectif total des exploitants des périmètres publics irrigués.

Ces effectifs étaient inférieurs à ceux prévus pour les raisons suivantes: manque de moyens de déplacement et manque de réceptivité de certains exploitants.

*a) Données sur l'exploitant*

Les résultats obtenus (Figure 1) montrent que l'âge moyen des agriculteurs de la population recensée dans les trois Gouvernorats variait de 43,8 à 47 ans, et que l'âge minimum était compris entre 22 et 24 ans. Quand à l'âge maximum, il était situé entre 73 et 81 ans. Donc, il s'agissait d'agriculteurs relativement jeunes ce qui pourrait encourager les fournisseurs de fonds à faciliter l'investissement pour les besoins des exploitations.

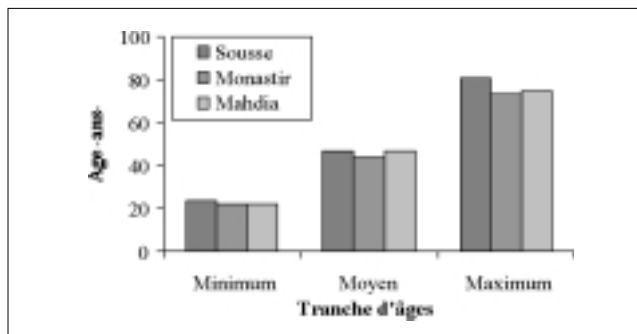


Figure 1: Age des agriculteurs.

Concernant le niveau d'instruction (Figure 2), il apparaît que la majorité des agriculteurs de la population recensée avait le niveau d'école primaire (41% à Sousse, 38% à Monastir et 37% à Mahdia). Le niveau secondaire caractérisait la deuxième position avec 22% à Sousse, 32% à Monastir et 17% à Mahdia. Les analphabètes venaient en troisième position et représentaient 20% à Sousse, 13% à Monastir et 36% à Mahdia. Les autres niveaux correspondaient aux pourcentages les plus bas à l'exception du niveau supérieur qui représentait 15% à Monastir. Le niveau d'instruction des maraîchers est donc diversifié, une minorité étant analphabète.

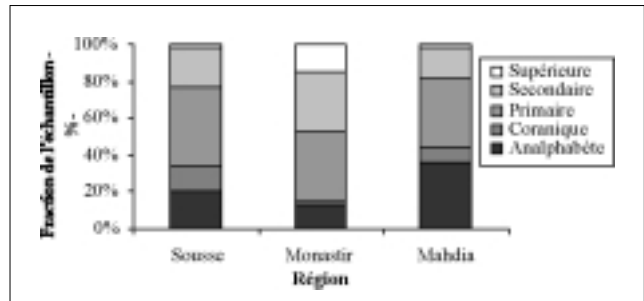


Figure 2: Niveau d'instruction des agriculteurs.

Au niveau de l'expérience dans le secteur maraîcher (Figure 3), les résultats montrent que la majorité des exploitants de la population recensée pratiquaient ce métier depuis plusieurs années. En effet, le pourcentage des gens qui avaient une expérience supérieure à 10 ans était de 78% à Sousse, 89% à Monastir et 84% à Mahdia. Quant à ceux qui avaient une expérience comprise entre 3 et 10 ans, ils représentent 19% à Sousse, 10% à Monastir et 14% à Mahdia. Les nouveaux dans le secteur représentaient un pourcentage assez faible. Il apparaît ainsi que les exploitants de la région sont assez expérimentés dans le secteur maraîcher.

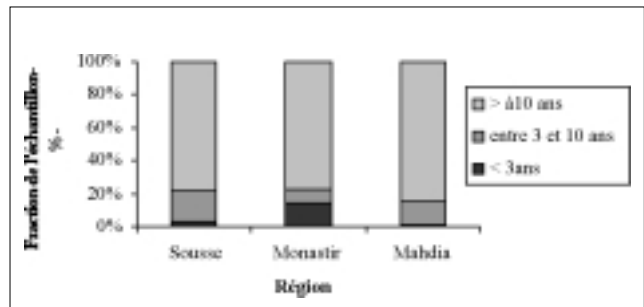


Figure 3: Expérience agricole des exploitants.

*b) Données sur l'exploitation*

Quant aux exploitations maraîchères, l'analyse des résultats (Figure 4), a mis en évidence que la plupart des exploitations recensées étaient de taille limitée et qu'elles n'excédaient pas les 5 ha. On comptait 55% à

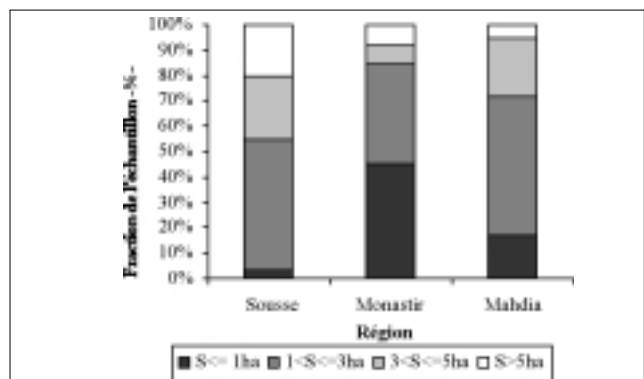


Figure 4: Taille des exploitations agricoles.

Sousse, 84% à Monastir et 71% à Mahdia d'exploitations dont la superficie était inférieure ou égale à 3 ha, et 80% à Sousse, 92% à Monastir et 94% à Mahdia d'exploitations dont la superficie était inférieure ou égale à 5 ha. Il s'est avéré par conséquent, que la région du Sahel est caractérisée par des exploitations maraîchères de petite taille.

En ce qui concerne le nombre de parcelles, les résultats obtenus (Figure 5), ont montré qu'en général une exploitation maraîchère de la région du Sahel est formée de deux parcelles différentes. Le nombre maximum de parcelles par exploitation variait de 4 à 7.

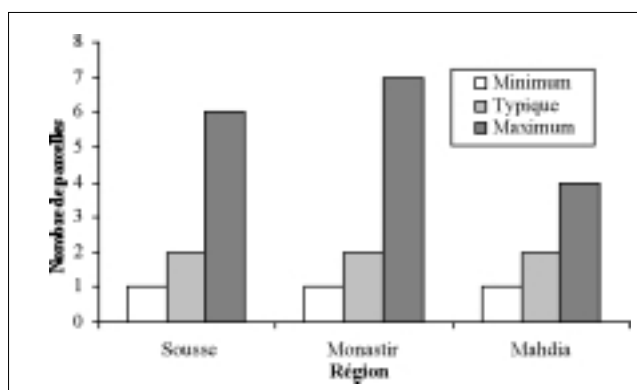


Figure 5: Nombre de parcelles par exploitation.

Au phénomène du morcellement réduisant la taille des exploitations, s'ajoutait le problème du parcellement qui limitait davantage la rentabilité du secteur. Par ailleurs, l'examen de la figure 6 relative aux cultures pratiquées, montre que se sont les mêmes spéculations qui se pratiquaient au niveau de toute la région, à savoir: la pomme de terre, les cucurbitacées, la tomate et le piment.

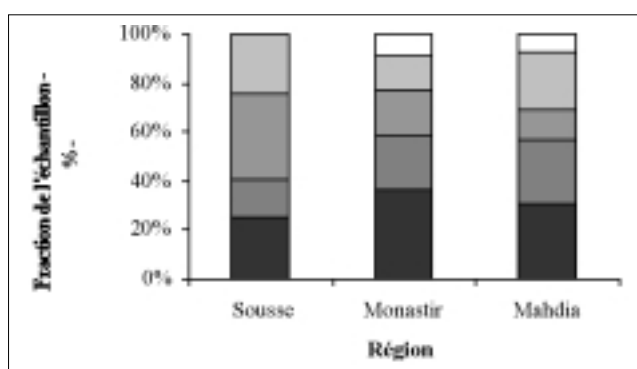


Figure 6: Spéculations pratiquées.

Au niveau du nombre de spéculations pratiquées par exploitation (Figure 7), les résultats ont montré que la majorité des exploitations en pratiquaient généralement au moins deux. En effet, on notait 86% à Sousse, 93% à Monastir et 81% à Mahdia du total des exploitants recensés qui pratiquaient plus qu'une seule spéculation. Ceci implique une réduction de la taille des parcelles au sein de la même exploitation.

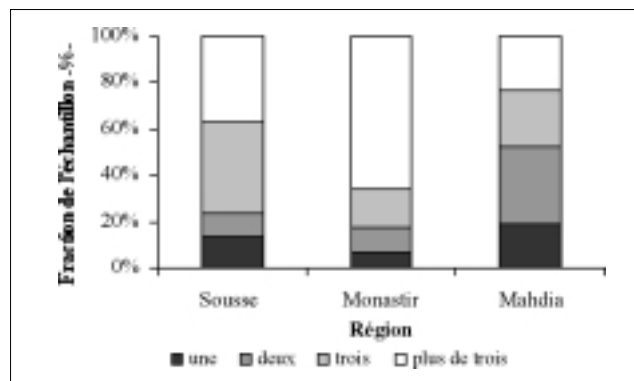


Figure 7: Nombre de spéculations pratiquées par exploitation.

En revanche, l'examen du tableau 1 relatif aux opérations culturales conduites dans les exploitations maraîchères, a permis de conclure qu'il s'agissait des mêmes travaux qui s'opéraient partout moyennant pratiquement les mêmes outils attelables. En plus, au niveau de la motorisation, seul le travail du sol était entièrement motorisé. Les autres opérations, à l'exception du traitement phytosanitaire qui se pratiquait sous plusieurs formes (manuel, motorisé ou combiné), étaient soit mécanisées soit manuelles. Cependant, d'après les exploitants, l'inconvénient majeur des opérations motorisées, était l'application du tracteur standard de puissance généralement supérieure à 50 kW sur de petites parcelles. Ceci conduisait, toujours d'après les exploitants, à une qualité de travail médiocre surtout en bout du champ suite à l'importance des manœuvres, à des coûts élevés des équipements et à un tassement des sols surtout lorsqu'ils sont humides.

## 2. Données sur la petite motorisation du marché local

### a) Engins de traction et d'animation

Les résultats de l'enquête menée au niveau du marché local de la petite motorisation ont permis de mettre en évidence l'existence de trois catégories d'engins de traction disponibles sur le marché local, à savoir les motohoues, les motoculteurs et les petits tracteurs.

Au niveau des motohoues, il y a lieu de signaler la présence de deux marques avec cinq modèles différents de puissance comprise entre 5 et 7 kW. Parmi ces modèles, quatre étaient équipés de moteur à essence et un fourni avec moteur diesel. Les moteurs étaient refroidis par air et disposaient de lanceur automatique pour le démarrage. Tous les appareils présentaient des poignées réglables en hauteur pour s'adapter à la taille des opérateurs. Au niveau de l'encombrement, la longueur hors tout variait de 1,20 à 1,47 m, et la largeur était voisine de 0,65 m.

En ce qui concerne les motoculteurs, les résultats obtenus mettaient en évidence la présence de onze modèles différents répartis sur quatre marques, dont la puissance était comprise entre 6 et 10,5 kW. Parmi ces modèles, sept étaient fournis avec des moteurs diesel dont deux refroidis par eau, et les autres avec

**Tableau 1**  
**Opérations culturales entreprises dans les exploitations maraichères du Sahel**

Opérations culturales	Nature du travail réalisé	Outils utilisés	Moyens de traction	Taux de mécanisation	Taux de motorisation
<b>Labour</b>	motorisé	charrue	tracteur		100%
<b>1<sup>ère</sup> reprise de labour</b>	motorisé	rotavator ou déchaumeuse	tracteur		100%
<b>Nivellement</b>	motorisé	lame niveleuse	tracteur		100%
<b>Fertilisation</b>	mécanisé	charrette	cheval	indéterminé	
<b>2<sup>ème</sup> Reprise de labour</b>	motorisé	rotavator ou déchaumeuse	tracteur		100%
<b>3<sup>ème</sup> reprise de labour</b>	motorisé	rotavator ou déchaumeuse	tracteur		100%
<b>Billonnage</b>	mécanisé		cheval	100%	
<b>Plantations: plants, tubercules</b>	manuel mécanisé	- petit matériel - charrue	- cheval	- indéterminé	
<b>Epandage d'engrais</b>	manuel	petit matériel	-		
<b>Binage</b>	manuel	- petit matériel	-		
<b>Buttage</b>	manuel mécanisé	- petit matériel - charrue – butteuse	- cheval	- indéterminé	
<b>Traitement</b>	manuel mécanisé motorisé	- pulvérisateur manuel - pulvérisateur motorisé - pulvérisateur actionné par prise de force	- à dos d'homme - à dos d'homme - tracteur		- - 100%
<b>Récolte arrachage</b>	manuelle mécanisé	charrue	cheval	100%	
<b>Transport</b>	mécanisé motorisé	charrette remorque	- cheval - tracteur	indéterminé	indéterminé

des moteurs à essence à refroidissement par air. Pour le démarrage des moteurs, trois engins étaient équipés de démarreurs électriques, six fournis avec lanceur automatique et quatre étaient proposés avec manivelle. La longueur hors tout des appareils était comprise entre 1,10 et 2,40 m, et la largeur hors tout était située entre 0,61 et 0,88 m. La majorité des appareils disposaient de poignées réglables en hauteur. Le système moteur était réversible, ce qui permettait de verser le sens de déplacement de l'engin. Cette position ne concernait que les motoculteurs équipés d'une prise de force arrière. Tous les motoculteurs présentaient la possibilité de réglage de voie.

Au niveau des petits tracteurs, il y a lieu de signaler l'existence de deux marques représentées chacune par un modèle, et dont la puissance était de 12 et 16 kW. Les deux appareils étaient livrés avec moteur diesel à démarrage électrique et à refroidissement par eau. Concernant l'encombrement des appareils, il

était de 2,30 à 2,58 et de 0,80 à 0,81 m respectivement pour la longueur et la largeur hors tout. En outre, les deux engins étaient équipés du système d'attelage trois points et offraient la possibilité de réglage de la voie et de l'amélioration de l'adhérence.

#### *b) Outils attelables*

Par ailleurs, les résultats dégagés par l'enquête montrent que la majorité des outils attelables concernaient en particulier le travail du sol en général. En effet, pour le labour, on disposait de quatre charrues de marques différentes dont la largeur de travail était comprise entre 0,26 et 0,6 m. Tous les modèles étaient du type porté. Pour la reprise du labour, trois cultivateurs rotatifs de 0,61 à 1,6 m de largeur de travail étaient disponibles, deux cultivateurs à dents de largeur comprise entre 1 et 1,2 m, une déchaumeuse et un offset de largeur de travail respective 1 et 1,25 m. Alors que

pour le billonnage, un seul modèle était fourni dont la largeur de travail est réglable. Tous ces matériels étaient répartis sur quatre marques différentes.

En outre, il convient de signaler la disponibilité d'autres types de matériels. Il s'agissait de deux pulvérisateurs de même capacité (100 l), de deux remorques de 500 et 1000 kg de tonnage réel, et d'une barre de coupe de motoculteur de 1,20 m de largeur de travail. Tous ces outils étaient de marques différentes.

Parallèlement au matériel déjà commercialisable à l'état actuel, il faut mentionner que les vendeurs s'étaient montrés volontaires pour satisfaire toute demande éventuelle émanant des petits exploitants au sujet d'autres petits outils.

## Conclusion

Au terme de ce travail ayant pour but l'étude des possibilités d'introduction de la petite motorisation dans le secteur maraîcher de la région du Sahel tunisien à travers le diagnostic des exploitations maraîchères et du marché de la machine agricole, il apparaît que la majorité des exploitations étaient de taille réduite (< 3 ha), et qu'une exploitation était formée en moyenne de deux parcelles séparées. En plus, la pratique de plusieurs cultures au sein de la même exploitation limitait davantage les superficies travaillées. Cependant, il convient de signaler que les exploitations étaient gérées dans la majorité, par une population d'agriculteurs relativement jeune et de longue expérience.

En revanche, l'application de la motorisation pour la conduite des opérations culturales entreprises au niveau de ces exploitations, se limitait pratiquement au travail du sol. Mais dans ce cas on faisait appel à des engins de puissance et de taille importantes (plus

de 50 kW). Cependant, il semble que ces engins étaient mal adaptés aux conditions locales, et posaient des problèmes de rentabilité pour l'exploitant du fait de leur durée d'utilisation annuelle limitée.

Par ailleurs, le diagnostic du marché local du matériel agricole a montré une diversité des équipements de petite puissance. Ces matériels concernaient cinq modèles de motohoues de deux marques différentes et de puissance comprise entre 5 et 7 kW dont l'encombrement longitudinal est voisin de 0,65 m. Parmi ces appareils, il y a des modèles fournis avec moteur diesel. Quant aux motoculteurs, ils étaient représentés par 11 modèles de puissance variant de 7 à 10,5 kW. Ces modèles sont répartis sur quatre marques et sont fournis pour la plupart avec moteur diesel. L'encombrement des motoculteurs n'excédait pas 2,4 et 0,9 m respectivement pour la longueur et la largeur. La dernière catégorie désignait les petits tracteurs fournis en deux modèles de marque différente. Ces engins livrés avec moteur diesel, avaient des puissances de 12 et 16 kW.

Au niveau des outils attelables, on doit préciser que les outils étaient dans la majorité destinés au travail du sol (charrues, rotavator, cultivateurs à dents, etc.), avec toutefois la présence de certains matériels de traitement phytosanitaire, de transport et de fauche. Il apparaît ainsi que le marché de la petite motorisation pourrait satisfaire les besoins de l'exploitation maraîchère de taille réduite pour toutes les opérations actuellement motorisées (travail du sol, traitement phytosanitaire) et pour des travaux manuels ou à traction animale (billonnage, binage). Cependant, on doit signaler la volonté d'offre de matériel par les vendeurs pour satisfaire toute demande éventuelle qui émanerait des petits exploitants.

## Références bibliographiques

1. Anonyme, 1999, Annuaire des statistiques agricoles, Ministère de l'Agriculture tunisien.
2. Anonyme, 1996, Enquête sur les structures des exploitations agricoles. Rapport du Ministère de l'Agriculture tunisien.
3. Bonnefond P., 1970, L'introduction de la motorisation en agriculture traditionnelle, Cah. ORSTOM, n° 4, 21-33.
4. Bourarach E., 1996, Motorisation des petites exploitations agricoles. Terre et vie, 23, 3 p.
5. FAO, 1998, La mécanisation en Afrique de l'ouest, 20 p.
6. FAO., 1996, La traction animale en Mauritanie: situation et perspective, 34 p.
7. FAO., 2001, Système de production et pauvreté: améliorer les moyens d'existence dans un monde en changement, 16 p.
8. Germain N. & Poussin J.C., 1987, Les exploitations de moyenne Côte d'Ivoire utilisant la motorisation intermédiaire. Cah. Sci. Hum. 23 (3-4): 555-566.
9. Frisby J.C. & Pfoest L.D., 1993, Soil Compaction: the silent thief. Agricultural Engineering Publications G1630, MU Extension, University of Missouri, Colombia.
10. Ouézou Yaovi Azouma, 1999. Cahiers agricultures, volume 8, 95.

S. Chehaibi, Tunisien, 3<sup>ème</sup> cycle en Machinisme agricole, Maître-Assistant de l'Enseignement Supérieur agricole.  
 J.G. Pieters, Belge, Docteur en Sciences Biologiques Appliquées, Professeur (RUG).  
 R.A. Verschoore, Belge, Docteur en Sciences Appliquées, Professeur (RUG), Directeur du Département.

DANS LES UNIVERSITÉS...

UIT DE UNIVERSITEITEN...

IN THE UNIVERSITIES...

EN LAS UNIVERSIDADES...

## Contribution to the Study of the Nutritional Requirements in the Larvas and Juveniles of the River Perch (*Perca fluviatilis* L.)

E.D. Fiogbé

Keywords: Amino acids- Nutritional requirements- Proteins- Quantitative food- Larvae- Juvenile- River perch

### Summary and conclusions

The aim of the present work has been to design an feeding program for river perch in intensive culture conditions. The good capacity of adaptation of the river perch *Perca fluviatilis* to a wide range of ecological conditions, led us to investigate for the optimal conditions of its rearing. Effectively the growth of the perch, like it is the case for other species, will be the result of a series of behavioural and physiological processes, which begin with the consumption of feed and end with the synthesis of body matter (1). The study of nutritional needs in the river perch, implies the knowledge of the optimal conditions of its growth (breeding sites, ecological preferences) to better appreciate the quality of the nutrients foodstuffs to be given. It is known for example that an increase in temperature fastens the speed of digestion and so increases the ingestion rate of the food. A good oxygenation also facilitates the metabolism of the feed consumed, and favours both growth and survival of the fish (2). On the other hand, since the perch cannot be reared in a efficient way with only live preys, like it does in its natural environment, the size at which it can switch to an artificial feed had to be studied before its nutritional requirements could be investigated. So, all our studies on nutritional needs were done on young perches which are perfectly adapted to artificial dry diet. Considering the time we had for our study, our main work was based on the determination of the daily ration and on the proteins and amino acids requirements.

Overall, the extensive production of juveniles size of river perch in fertilized ponds seems attractive due to the little efforts it requires and to its low cost for those who have their own ponds, but the survival at the end of the breeding process is low (7%) and cannot be controlled. But, semi-intensive or the intensive production in green water in canvas covered ponds using the live feed *Artemia*, progressively replaced by dry feed seems the more reliable method (3, 4). It allows a good control of the aquatic environment (temperature, dissolved oxygen pH etc.) and a higher survival rate (40%), which was not the case in pond production. They have the inconvenient to be too expensive because of the high consumption of *Artemia*. Also, the intensive production in canvas covered ponds is sensitive to the outbreak of bacteriological epidemics.

The zootechnical parameter obtained at the end of the breeding process for the weaning at different weight of the perch larvae to an artificial dry diet, showed that a late weaning improves the survival rate. Early weaning induced a high mortality, but the fishes which survived, showed a great adaptation, characterized by a growth rate similar to fishes reared with live prey. Early weaning can thus be used to select resistant strains for breeders and juveniles in perciculture. The study of the digestive capacities of larvae weaned at different weights, showed that a good stability of digestive enzymes for the switch from *Artemia* to dry aliments is obtained from 300 mg of average weight on. This observation, combined with the high survival and growth rates at the end of breeding period for the switch at this weight (300 mg), shows that this is a effective weaning weight of the river perch to artificial dry diet.

Like other species of fish culture, the weight of the river perch has an effect on its optimal ration. The optimal ration varies with its weight following the equation:

$\text{Log (optimal ration)} = -0.283 (\text{Log (weight)}) + 0.734$  where:

$\text{Optimal ration (\%)} = 5.42 \text{ weights (g)}^{-0.283}$

This relation is in the same range of the one reported by Mélard *et al.* (5) for perch of the same weights ( $\text{ration}_{\text{opt}} (\%) = 3.30 \text{ weight (g)}^{-0.24}$ ).

The contents in proteins and amino acids in its diet has a highly significant effect on its zootechnical performances and on its biochemical body composition. Its proteins requirement studied at three different stages, showed a rate of 50% of the dry feed in the young fish of 0.5 g of average weight, but from an average weight of  $\pm 3$  g and more, its need stabilized at  $\pm 40$  % of dry feed.

The composition of amino acids in the whole body of river perch juveniles, reared in fertilized ponds with zooplankton does not vary during its development and is very similar to the one recorded in rainbow trout, Atlantic salmon and cat fish. But, its amino acids requirements estimated by the method of Ogino (6), modified by other nutritional approaches which are more reliable, bring the river perch closer to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

The results obtained in this study can be used as accurate information to establish an alimentation program for feeding of river perch in intensive breeding.

Further studies will be recommended to increase the knowledge of nutritional requirements of perch to ensure the possibilities of its intensive breeding. It can imply for example:

- the study of lipids and fatty acids requirements,
- research of the maximal rate of tolerance for incorporating carbohydrates in river perch feed, to increase the benefit of fish farmers
- and especially the predictive study of epidemic in closed breeding conditions of the river perch and the search for potential curative methods.

## Acknowledgments

Numerous people contributed to the realization of this work, sometimes well indirectly, that is himself by their requirements, their personalities, their help, their service or their friendship. I owe them a lot and I would like that they find here the expression of my gratitude.

I think more especially about Professors J.-C. Micha, P. Kestemont, J.P. Descy and J. Remacle of 'Facultés Universitaires Notre Dame de la Paix' of Namur who framed these works of doctorate.

Thank to Professor K. Dabrowski of 'School of Natural Resources Ohio State University USA', that taught me the techniques of dosage of the activities of the enzymes of type trypsique and chymotrypsique in his laboratory.

My acknowledgments also go to the authorities of the A.G.C.D that granted my studies in Belgium.

I assure my friendship all members of the ecology laboratory and in particular F. Lonnoy that helped me towards the formatting of the manuscript and G. Vernier, L. Pirmez, V. Frank, A. Evrard, Mr. Tchibwabwa, B. Kanigini, J. Rinchar, L. Viroux, P. Fossion, E. Bovy, Y. Mine who were of a big contest for me during this work.

---

## Literature

1. Brett J.R., 1979, Environmental factors and growth. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Eds), Fish physiology, vol. 8, 599-675. Academic Press, New York.
2. De Silva S.S. & Anderson T.A., 1995, Fish nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall Aquaculture series, 1: 319 p.
3. Kestemont K., Fiogbé E., Micha J.-C. & Mélard C., 1995, Relationship between weaning size, growth, survival and cannibalism in the common perch larvae *Perca fluviatilis*: preliminary data. In: LARVI'95, Fish & Shelfish Larviculture Symposium. P. Lavens, E. Jasper and I. Roelants (Eds), European Aquaculture Society, Special Publication N° 24 Gent, Belgium: pp. 285-288.
4. Mélard C. & Kestemont K., 1994, Diversification de la pisciculture wallonne, Mise au point de l'élevage intensif de nouvelles espèces de consommation et de repeuplement cyprinidés et percidés. Rapport de recherches à la Région Wallonne, Université de Liège, Facultés Universitaires N.D. de la Paix à Namur, mars 1994: 68 pp.
5. Mélard C., Baras E., Mary L. & Kestemont, P., 1995, Relationships between growth, cannibalism and survival rate in intensively cultured larvae and alevins of perch (*Perca fluviatilis*). Abstract Percis II, Second International Percid fish Symposium. Vaasa, Finland, 21-25 August 1995: pp. 53-54.
6. Ogino C., 1980, Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46: pp. 171-174.

---

Languages: French/English

Date: 19<sup>th</sup> December 1996

Number of bibliographic references: 536

Number of pages: 334

Number of figures: 76

Number of tables: 52

Number of annexes: 52

Composition of the Thesis Committee:

Professor J.-C. Micha, Promoter, FUNDP

Professor K. Dabrowski, Ohio State University USA

Dr. P. Kestemont, FUNDP

Dr. C. Mélard, Université de Liège

Professor J. Remacle, FUNDP

Results: Ph.D. in Agronomy with honours.

Unité de Recherche sur les Zones Humides, Département de Zoologie et Génétique, Université de Abomey-Calavi, 03 BP 526, Cotonou, Bénin.  
Tél./Fax: (229) 36 10 76, Email: fiogbe@syfed.bj.refer.org

## BIBLIOGRAPHIE

## BOEKBESPREKING

## BIBLIOGRAPHY

## BIBLIOGRAFIA

## Guide préliminaire de reconnaissance des rongeurs du Bénin

J. De Visser, G.A. Mensah, J.T.C. Codjia & A.H. Bokonon-Ganta

Edité conjointement par le ReRE (Réseau Rongeurs et Environnement) et la VZZ (Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming – Société Néerlandaise pour l'Etude et la Protection des Mammifères), dans le cadre de la coopération entre la République du Bénin et le Royaume des Pays-Bas. Juillet 2001, format 15 x 21 cm, 256 pages, 8 figures (dessins), plus de 20 planches en couleurs, 12 tableaux.

Distribution: ReRE, 01 B.P. 2359 Recette Principale à Cotonou, Bénin et ga\_mensah@yahoo.com et VZZ, Oude Kraan 8, NL-6811 LJ Arnhem, Nederland et zoogdier@vzz.nl

Prix: 10.000 FCFA + frais d'expédition et de port.

Ce petit livre tout à fait inattendu constitue une très belle illustration de l'intérêt porté par les auteurs, depuis de longues années souvent, pour les petits mammifères et surtout pour les rongeurs du Bénin. Très bien structuré avec une présentation standardisée pour chaque rongeur connu au Bénin, cet ouvrage combine la rigueur scientifique et les possibilités d'emploi pratique.

La première partie (pp 23-65) fournit des données générales ainsi qu'une clef dichotomique d'identification ainsi que des techniques de repère des rongeurs. La deuxième partie est la plus importante (pp 66-178) et décrit les espèces et sous-espèces connues, par famille ou sous-famille/ divers noms de chaque espèce, caractéristiques, alimentation, répartition, .... Après une troisième partie composée de références bibliographiques, la quatrième section (pp 185-226) est sans doute la plus originale car elle fournit sous forme d'un appendice de très intéressantes informations sur le rôle culturel des rongeurs dans les traditions du Bénin (et souvent de pays voisins) ainsi que des significations de noms vernaculaires et des proverbes et maximes (traduits en français) faisant intervenir des rongeurs en langues nationales béninoises. Deux textes résument également les grandes lignes de l'élevage en captivité étroite de l'aulacode et du cricétome. La cinquième partie fournit des listes de participants et des index des animaux cités.

Un grand merci aux auteurs et aux bailleurs de fonds pour cette contribution de qualité dont on ne pourra plus se passer. Espérons que ce Guide Préliminaire soit suivi par d'autres documents similaires.

J. Hardouin  
Avril 2002

## Guide technique d'élevage d'escargots géants africains

J.T.C. Codjia & R.G.C. Noumonvi

Edité conjointement par le CECODI (Centre International d'Ecodéveloppement Intégré), ONG, 01 BP 2759 Cotonou-Bénin; ccodjia@avu.org, le CBDD (Centre Béninois pour le Développement Durable), VeCO (De Vredeseilanden ONG belge), le Fonds de Survie belge et SNV (Organisation néerlandaise pour le Développement). Novembre 2001, format 15 x 21 cm, 52 pages, 23 planches dont plusieurs en couleurs.

Distribution CECODI, Prix: 2.500 FCFA à l'intérieur du Bénin, et 3.500 CFA hors du Bénin (envoi compris).

Les deux auteurs de cet opuscule très concret ont complété, amélioré et mis à jour un petit document de 1993, immédiatement épuisé, produit avec le même titre par un projet F.A.O. de «Formation d'Héliciculteurs» au Bénin. Le premier auteur de ce petit volume était déjà un des trois co-auteurs du Guide de 1993.

Depuis, les connaissances ont augmenté, beaucoup d'expériences et d'essais ont été réalisés, et il était temps de faire le point. C'est réussi! Dans un style très simple, où parfois les questions alternent avec les réponses, les auteurs passent en revue les diverses espèces locales d'Achatines et Archachatines, décrivent la vie de ces invertébrés dans la nature, expliquent comment les escargots sont utilisés au Bénin, et surtout donnent toutes les indications pour se lancer dans l'élevage (infrastructures, équipement, systèmes, alimentation, soins, entretien, maladies et ennemis, abattage, vente, utilisations ...). La dernière partie de l'opuscule décrit un modèle d'exploitation de l'élevage d'*Archachatina marginata* avec un exemple chiffré de prix de revient, ce qui n'est pas très courant.

Les auteurs ont réussi à produire sous peu de pages, fort bien illustrées, l'essentiel de ce qu'il faut connaître pour réussir un élevage d'escargots locaux. Ce petit volume est annoncé comme une "version française", avec la possibilité de traductions dans plusieurs langues locales et d'adaptations en plusieurs versions techniques et scientifiques.

Les auditeurs et les bailleurs de fonds ont rendu un grand service aux consommateurs d'escargots, et ils sont nombreux. L'élevage doit progressivement remplacer la cueillette incontrôlée. Avec cet ouvrage, c'est maintenant à la portée de chacun. Bravo. A recommander.

J. Hardouin  
Mai 2002



## Amélioration des plantes – Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales

Ouvrage édité par les Presses agronomiques de Gembloux, 2002, 560 pages, 122 illustrations, 20 tableaux, ISBN 2-87016-067-4.

Prix Belgique: 40 Euros (TVAC); Export: 45,5 Euros (HTVA).

L'amélioration génétique des plantes cultivées représente un des principaux fondements de l'augmentation des productions agricoles dans les pays du Sud et contribue donc de manière non négligeable au développement de cette partie du monde. L'ouvrage rédigé par l'équipe du Professeur Julien Demol sur cette thématique constitue un outil très intéressant pour tous les praticiens de ce domaine. Les auteurs y décrivent les principes de cet art et les outils utilisables pour atteindre des résultats significatifs tant au point de vue quantitatif que qualitatif pour toutes les principales espèces cultivées dans les régions tropicales. Après un bref rappel des grandes lois de la Génétique qui régissent l'hérédité des caractères chez les êtres vivants, les schémas de sélection, de multiplication et de diffusion de matériel végétal amélioré sont envisagés culture par culture.

Soucieux d'intégrer l'amélioration des plantes à l'interdisciplinarité et au réalisme des Sciences agronomiques, les auteurs ont voulu associer l'édition traditionnelle à l'édition électronique. Certains chapitres peuvent ainsi être consultés sur le site imagier <http://www.genagro.org>, où leur présentation permet une interactivité entre textes, images et schémas ainsi qu'avec d'autres disciplines comme la Phytologie, la Phytotechnie, l'étude de la reproduction végétale et la Phytopathologie. Les grandes qualités didactiques et pratiques de cet ouvrage en font une lecture indispensable pour toute personne, étudiant, enseignant et praticien de terrain, intéressée par l'amélioration génétique de cultures tropicales.

Ce livre peut être commandé aux Presses agronomiques de Gembloux, 2 passage des Déportés, B-5030 Gembloux, Belgique. Tél.: 32-81/62 22 42. E-mail: [pressesagro@fsagx.ac.be](mailto:pressesagro@fsagx.ac.be)

G. Mergeai  
Avril 2003

## OIE, 2002 – International Aquatic Animal Health Code, Fifth Edition

OIE, 12 rue de Prony, F-75017 Paris, Tel.: 33-(0)1 44.15.18.88 – Fax: 33-(0) 1 42.67.09.87 – [oi@oie.int](mailto:oi@oie.int)

157 p. Prix: 55 Euros. Frais de port compris.

Cette cinquième édition du Code International sur la santé des animaux aquatiques actualise les informations et procédures relatives aux transports internationaux (import, export) de poissons, mollusques et crustacés.

Les définitions des divers termes techniques relatifs aux organismes produits en aquaculture, à leurs maladies et à leurs transports sont clairement précisées ainsi que les directives à suivre pour l'établissement des risques.

Les procédures à suivre pour limiter ou éradiquer les treize maladies (5 chez poissons, 5 chez mollusques et 3 chez crustacés) à notifier à l'Office International des Epizooties (OIE) sont clairement présentées. De plus, dix-huit maladies significatives mais de moindre importance économique sont également épinglées.

Un chapitre est consacré aux contrôles sanitaires et aux mesures d'hygiène à prendre pour limiter ou éradiquer les maladies des organismes à divers stades de développement. Pour terminer 5 modèles de certificats sanitaires internationaux sont présentés pour faciliter le transport d'animaux aquatiques vivants ou morts du stade gamète au stade adulte.

En conclusion, un ouvrage très technique qui est toutefois indispensable pour pouvoir commercialiser ces produits aquacoles.

J.-C. Micha  
Novembre 2002

## Entre l'homme et l'animal: une nouvelle alliance ?

J. Duchene, J.P. Beaufays, L. Ravez

Collection «Epistémologie et éthique du vivant». Namur, Presses Universitaires de Namur. – Rempart de la Vierge, 8 – 5000 Namur. Tél.: 081/72 48 84, E-mail: pun@fundp.ac.be

Avril 2002, format 16 x 24 cm, 340 pages.

Prix: 22,00 Euros.

Cet ouvrage publié en hommage et remerciement à Georges Thill est un collectif multidisciplinaire édité sous l'impulsion conjointe du Département Sciences, Philosophies, Sociétés et du Département Médecine Vétérinaire des Facultés Notre-Dame de la Paix à Namur (FUNDP).

La relation de la société moderne avec l'animal interpelle plus d'un et cet ouvrage très fouillé se situe dans la ligne de celui coordonné par A.P. Ouedraogo et de P. Le Neindre (Un point sur ... L'homme et l'animal: un débat de société publié par l'INRA en 1999) que nous avons eu l'occasion de commenter dans cette revue également.

Selon les éditeurs du présent livre, la problématique des relations entre l'homme et l'animal ne peut laisser indifférent ni l'homme de la rue, ni le philosophe, ni le politique. La société occidentale repose son opinion en la matière sur des évidences qui paraissent, à première vue, solides et immuables. Ces évidences sont principalement de deux types: d'une part, philosophiques ou éthico-métaphysiques et, d'autre part, technico-scientifiques et économiques.

Un grand nombre d'auteurs issus de différentes disciplines des sciences humaines et des sciences biologiques, éclairent le propos tout au long du livre à travers quatre thématiques. La première est axée sur les aspects socio-culturels et évoque le statut de l'animal, d'une part, dans son rôle d'animal de compagnie et, d'autre part, comme animal de rente. Une contribution donne la vision d'un expert du Sud, Kakule Kasonia, sur ce qui l'a interpellé en Europe et confronte ceci à la situation dans les pays du sud. La deuxième thématique au nom évocateur de «l'animal est-il le prochain de l'homme?», propose des repères philosophiques et théologiques et a également pour but d'établir le fondement d'une éthique vétérinaire cohérente. Cette partie évoque le problème de l'utilisation de l'animal, entre autres pour des expériences, et le problème de savoir si on peut parler de propriété intellectuelle dans le cas d'une modification du patrimoine génétique d'un animal. Ce chapitre essaye donc essentiellement de cerner la question fondamentale: «l'animal est-il un être ou peut-il être assimilé, dans une vision purement matérialiste, à un objet maniable à souhait (l'animal «machine»)». Le concept de «partenariat», cher à Georges Thill, est mis en avant par Peter Kemp dans un mouvement vers une nouvelle alliance.

La troisième thématique va s'interroger sur le propre de l'animal et la représentation que l'on s'en fait dans les différentes cultures. Un article très intéressant pour les Africanistes est celui de Michael Singleton qui éclaire ce questionnement à partir de son expérience de terrain en Afrique et qui pose des questions qui ne peuvent laisser indifférents les praticiens de l'art vétérinaire œuvrant sur ce continent. L'aspect législatif est discuté par Alberto Bondolfi, notamment en rapport avec les xénogreffes.

Enfin, dans la quatrième thématique intitulée « modèle animal et animal modèle », les textes présentés évoquent des thèmes épistémologiques importants. Joseph-Paul Beaufays y démontre, par exemple, comment la société contemporaine, sensible à cette recherche d'une éthique par rapport à l'animal, va chercher des modes alternatifs à son utilisation, telle que la modélisation dans le cadre des expérimentations en appliquant la règle des trois «R» (remplacement, réduction, raffinement).

En conclusion, il apparaît de ce livre qu'un nouveau rapport homme-animal tend à se créer. Les conceptions anciennes sont remises en question, mais également une hominisation exagérée de l'animal de compagnie dans la société occidentale principalement, mais aussi dans les grandes villes des pays en développement.

Ce livre bien documenté et objectif intéressera donc certainement toute personne concernée professionnellement par les animaux et la relation de l'homme avec ceux-ci. En ce qui concerne les spécialistes des pays d'outre-mer, il est toutefois à noter qu'un petit manque peut être ressenti dû à une description trop succincte du rôle de l'animal dans le contexte traditionnel et moderne des sociétés du sud. Il eut, en effet, été intéressant que cet aspect soit un peu plus développé et que l'essence même du rôle de l'animal dans la relation homme-animal soit appréhendée plus *in extenso* par des experts venant eux-mêmes du sud. Mais c'est peut-être là une piste à parcourir dans un prochain temps.

E. Thys  
Août 2002

## ORGANISATION

### Concept of editors and objectives of TROPICULTURA

Agri-Overseas is an association created in order to establish common-interest professional relationships between people working on overseas rural development. It publishes the scientific and information publication «Tropicultura» which covers rural problems in developing countries. This publication is published every three months with the aid of the «Directorate- General for Development Cooperation (D.G.D.C.), Federal Public Service Foreign Affairs, Foreign Trade and Development Cooperation Belgium», and the «Région Bruxelles-Capitale».

Agri-Overseas is composed of both individual members and members of the following Belgian Institutions: the four Faculties of Agronomy (Gembloux, Ghent, Leuven and Louvain-la-Neuve), the two Faculties of Veterinary Medicine (Ghent and Liège), the Department Animal Health of the Institute of Tropical Medicine in Antwerp, the inter-faculty section of agronomy of the Université Libre de Bruxelles (Brussels), the Facultés Universitaires de Notre Dame de la Paix (Namur), the Fondation Universitaire Luxembourgeoise (Arlon) and the Directorate General for Development Cooperation (DGDC).

### Board

The Board of Agri-Overseas is as follows: Professor Dr. J. Vercauysse, President; Dr. Ir. G. Mergeai, Administrator; Dr. E. Thys, Secretary; Professor Dr. B. Losson, Treasurer; Honorary Professor Dr. Ir. J. Hardouin, member.

### Editorial Staff

The Publication Committee of TROPICULTURA is made up of Dr. Ir. G. Mergeai, Chief editor, and the following editorial staff: Professor Dr. J. Deckers for Ecology, Soil Fertility and Farming Systems, Professor. Dr. J.-C. Michaux for «Fishing and Pisciculture», Dr. E. Thys for «Animal Production and Game», Professor Dr. Ir. P. Van Damme for «Agronomy and Forestry», Professor Dr. J. Vercauysse for «Animal Health», and Ir. F. Maes, scientific associate. The secretariat deals directly with the other topics relevant to the revue (economy, sociology, etc ...).

### Publication secretariat

1A, Square du Bastion, B- 1050 Brussels – Belgium  
Telephone: ++32.2.550 19 61/ 62; Fax: ++32.2.514 72 77  
Email: [ghare.tropicultura@belgacom.net](mailto:ghare.tropicultura@belgacom.net) / [mjdesmet.tropicultura@belgacom.net](mailto:mjdesmet.tropicultura@belgacom.net)  
Website: <http://www.bib.fsagx.ac.be/tropicultura/>

### Distribution

The distribution of TROPICULTURA is free and may be obtained on request by writing to the publication Secretariat.

## SCOPE OF THE PUBLICATION

TROPICULTURA publishes original articles, research and synthesis notes, book and thesis summaries as well as reviews of films and videos relative to all aspects of rural development: plant and animal production, veterinary science, forestry science, soil science, rural engineering, environmental sciences, bio-industry, agro-food science, sociology and economy.

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The themes of articles published in Tropicultura concern all that is relative to rural development and sustainable management of the environment in warm regions of the planet. Priority is given to articles with original subjects, with as wide a scope as possible, i.e. for which the content concerns especially methodological aspects which can be transposed in a wide range of environments and regions of the world. A particular accent is put on the reliability of the information published, which means, for experimental results, on the number of trial repetitions, in time and in space, at the origin of the data obtained.

Manuscripts must be original reports that have not been previously published, or simultaneously submitted elsewhere. They may be drafted in one of the following languages: English, Spanish, French or Dutch. Manuscripts should be sent in triplicate to the chief of the editorial board, either by post in paper form or directly, by electronic mail to the publication Secretariat, in the form of electronic files. Manuscripts should be typed with double spacing on one side of the paper (27 lines of 60 characters per DIN A4 page), with a margin of 3.5-cm minimum around the printed page. Texts should be no longer than ten pages (cover page, abstracts and references not included).

The cover page should include the title, the abridged title (55 characters maximum), the complete names and forenames of the authors, the complete professional address of each one, and any acknowledgements. The name of the corresponding author- to whom all correspondence should be sent should be marked with an "\*" and the address should contain telephone and fax numbers as well as the electronic address. The following pages should provide: (i) an abstract (200 words maximum) in the manuscript's language and in English, preceded by the translated title and followed by a maximum six keywords in both languages; (ii) the main text; (iii) the references; (iv) the tables numbered in Arabic numerals; (v) illustrations clearly identified with a number on the back; (vi) captions of the illustrations and tables. All the pages should be continuously numbered. The figures should be drawn in a professional manner. Photographs should be non-mounted, well contrasted on shiny paper.

Only the co-authors which have given a written agreement that their name may be published in a manuscript will appear in the final version of the article published in Tropicultura. The written agreements of the co-authors for this matter can be transmitted to the editorial committee by post or by e-mail. The agreement of the author's responsible organism is supposed accepted for all publication in Tropicultura. Agri-Overseas declines all responsibility in this matter.

The original submission may be in paper or electronic form. If possible, after acceptance, submission of the final revision is strongly encouraged on diskette or as an attached file. Word is the preferred software, but ASCII and RTF versions of the files are acceptable.

The text normally should be divided into Introduction, Material and methods, Results, Discussion and Conclusion. Text subdivision should not exceed two levels. Sub-titles, very concise, should be written in lower case letters and never underlined.

All references should be cited in the text with numbers in parentheses. For more than two references, numbers should follow in ascending order. References will be given in alphabetical order of author's name and in chronological order for a given author. They will be continuously numbered beginning with the number 1.

For Journal publications, references will include author names preceded by forename initials, year of publication, complete title of the publication in the original language, name of the Journal, underlined volume number, number of the first and last page separated by a hyphen.

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

For monographs, the following elements are essential: author name followed by forename initials, year of publication, complete title of the publication, editor name, place of edition, first and last page of mentioned chapter, total number of pages in the publication. Conference proceedings are to have the same format as monographs; plus, they should mention if possible the place and date of the conference and the scientific editor(s).

Example: 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.

The Publication Committee is entitled to refuse any article which does not comply with the prescriptions above.

The articles are submitted to one or more referees chosen by the Editor and these referees will remain anonymous to the authors.

Once accepted for publication, the publication committee requires the different authors to transfer their publication rights to TROPICULTURA.

# TROPICULTURA

2003 Vol. 21 N° 2

Four issues a year (April - May - June)

## CONTENTS

### EDITORIAL

A good start for 2003...

**G. Mergeai** ..... 49

### ORIGINAL ARTICLES

Effect of Production Systems on Age at First Calving on Borgou Cow in Benin. -Retrospective Study (*in French*)  
**M. Adamou-N'Diaye, A.B. Gbangboché & I. Daouda** ..... 51

Estimation of Energy Requirement of Benin Indigenous Pigs during Growing Period from 7 to 22 kg Liveweight  
(*in French*)  
**A.B. Codjo** ..... 56

Hematological Characteristics of Ducks (*Cairina moschata*) of southeastern Nigeria (*in English*)  
**N.J. Okeudo, I.C. Okoli & G.O.I. Igwe** ..... 61

Soil Management Practices to Improve Nutrient-use Efficiencies and Reduce Risk in Millet-based Cropping  
Systems in the Sahel (*in English*)  
**C.F. Yamoah, A. Bationo, B. Shapiro & S. Koala** ..... 66

An Microcosm Use of Ciliate Protozoa (*Paramecium africanum*, *Colpidium uncinatum*, *Neobursaridium gigas*) for  
Bacterial Purification of Polluted Water (*in French*)  
**M. Nola, T. Njiné, S.M. Foto, N. Kemka, S.H. Zebaze, J.B.T. Nguedji & T.B. Bouetou** ..... 73

Seed-storage Mycoflora of Peanut Cultivars Grown in Nigerian Savanna (*in English*)  
**H.O.A. Oluma & A.O. Nwankiti** ..... 79

Low Power Mechanisation and Small-scale Vegetable Production in the Tunisian Sahel Region. Part 1: Inquiry  
(*in French*)  
**S. Chehaibi, J.G. Pieters & R.A. Verschoore** ..... 86

### IN THE UNIVERSITIES...

Contribution to the Study of the Nutritional Requirements in the Larvas and Juveniles of the River Perch  
(*Perca fluviatilis* L.) (*in English*)  
**E.D. Fiogbé** ..... 92

BIBLIOGRAPHY ..... 94

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

**DGDC**

**DGCD**