



Credit: World Bank, Photo by Jean Massar

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :
M. VAN ORAEN
AGCD - Rue Brederoode 6, Brederoodestraat - ABOS
1000 Brussel / Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL/EDITORIAAL/EDITORIAL

L'union fait la force

Eendracht maakt macht

La unión hace la fuerza

R. Delleré 161

ARTICLES ORIGINAUX/OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES

Amélioration de la valeur alimentaire de la paille de riz par le traitement à l'urée et la complémentation en céréales chez le mouton peulh sénégalais

Verbetering van de voederwaarde van rijststro door middel van een behandeling met ureum en bijvoeding met granen van het Senegalese Peulschaap

Mejoramiento del valor alimenticio de la paja de arroz por tratamiento a la urea y complementación de cereales en el cordero peulh senegalés

G. P. Gongnet, S. Fadiga & Maïmouna Cisse 163

Balance de tres fertilizantes nitrogenados ¹⁵N en un oxisol cubano cultivado con *Coffea arabica* L.

Bilan des trois fertilisants nitrogènes ¹⁵N dans un oxisol cubain cultivé avec *Coffea arabica* L.

Balans van drie fertiliserende stoffen ¹⁵N in een Cubaanse oxisol behouwd met *Coffea arabica* L.

C. Bustamente, M. Ochoa & Maritza I. Rodríguez 169

Observations sur l'effet de différentes méthodes de transformation de manioc sur les dégâts dus aux insectes sur les cossettes en stockage

Observatie van het effect van verschillende methodes van verwerking van manioek op de schade door insecten op de gestockeerde snijdsels veroorzaakt

Observaciones sobre el efecto de diferentes métodos de transformación de la mandioca en los daños provocados por los insectos en los trocitos almacenados

K. Tata-Hangy & D. Lutete 173

Les performances de reproduction des ovins Massa en station à l'Extrême-Nord du Cameroun

Vootplantingsprestaties van Massa Schapen in stationsverband in het Verre Noorden van Kameroen

Los logros de reproducción de ovinos Massa en estación en el extremo norte del Camerún

Dalil Abba 177

Caractéristiques de la pisciculture dans la zone forestière du Centre Cameroun

Karakteristieken van de viskweek in het woudgebied van Centraal Kameroen

Características de la piscicultura en la zona forestal del centro del Camerún

J.P. Hirigoyen, Y. Manjeli & G.C. Mouncharou 180

Field Plot Techniques for Black Sigatoka Evaluation in East African Highlands Bananas

Techniques de parcelisation au champ pour l'évaluation de la cercosporiose chez les bananes d'altitude en Afrique orientale

«Field plot» technieken ter evaluatie van de cercosporidiose van bananen op de hooglanden van Oost-Afrika

Técnicas de parcelación en el campo para la evaluación de la cercosporiosis en los bananos de altitud en Africa oriental

Josephine U. Okoro, R. Ortiz & D. Vuylsteke 186

Estrus Synchronisation and Post-Partum Management of « Mossi» Local Breed of Goat in Burkina Faso

Synchronisation des oestrus et gestion de l'anoestrus post-partum chez la chèvre naine «Mossi» au Burkina Faso

Oestrusynchronisatie en controle van anoestrus post-partum bij de « Mossi » dwerggeit in Burkina Faso

Sincronización de los estros y gestión del anoestro postparto en la cabra enana "Mossi" en Burkina Faso

H.H. Tamboura, L.L. Sawadogo, C. Tahiri, D. Aidara & A.D.E. Bogore 190

Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) WALP)

Production in Ibadan, South Western Nigeria

L'évaluation de différents travaux du sol pour la production monoculturelle du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) WALP) à Ibadan, Sud-Ouest du Nigéria

De evaluatie van de verschillende grondbewerkingen voor de monoculturele productie van niebe (*Vigna unguiculata* (L.) WALP) te Ibadan, Zuid-Oost Nigeria.

Evaluación de diferentes trabajos del suelo para la producción monocultural de caupi. (*Vigna unguiculata* (L.) WALP a Ibadan, suroeste de Nigeria

N.U. Ndaeyo & E.A. Aiyelari 195

Coût de l'épuisement du sol en zone cotonnière camerounaise : impact sur l'environnement

Kostprijs van bodemvruchtbaarheidsuitputting in de katoenzone van Kameroen : impact op het milieu

Costo del agotamiento del suelo en zona algodonerá camerunesa : impacto sobre el medio ambiente

F. Mahop & E. Van Ranst 203

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Élevage commercial de grenouilles en Malaisie

Commerciële kweek van kikkers in Malaisië

Cría comercial de ranas en Malasia

J. Hardouin 209

Exploitation des larves de sardine *Limnothrissa miodon* au Lac Kivu (R.D.C.) : danger potentiel ?

Uitbating van de larven van *Limnothrissa miodon* in het Kivumeer (Dem. Rep. van Congo) : potentieel gevaar ?

Explotación de larvas de sardina *Limnothrissa miodon* en el Lago Kivu (RDC) peligro potencial ?

M. Kaningini & J.C. Micha 214

Morphologie coquillière, croissance, reproduction et estivation chez les escargots géants africains:

observations au laboratoire sur *Archachatina marginata suturalis*, *Achatina achatina* et *Achatina fulica*

Schaalmorphologie, groei, voortplanting en zomerslaap bij Afrikaanse reuzeslakken : waarnemingen in het laboratorium bij *Archachatina marginata*

suturalis, *Achatina achatina* en *Achatina fulica*

Morfología conchifera, crecimiento, reproducción y letargo de los caracoles gigantes africanos : observaciones en laboratorio sobre *Archachatina*

marginata suturalis, *Achatina achatina* y *Achatina fulica*

Corinne Stiévenart 217

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 220

INDEX VOLUME 15/INDICES VOLUMEN 15 222

EDITORIAL

L'union fait la force

R. Delleré

Il fut un temps, pas si éloigné, où chaque fois qu'un problème apparaissait, il était envisagé pour le résoudre de créer une nouvelle structure. Si cette solution peut se concevoir sur le plan international ou régional, elle est le plus souvent interdite aux Etats pour des impératifs budgétaires ou des disponibilités en ressources humaines. Il existe cependant une alternative qui permet à chaque nation, quel que soit son niveau de développement ou ses disponibilités financières, de prendre en charge les problèmes d'information et de recherche auxquels elle est confrontée. C'est la participation à des réseaux où, avec un objectif bien défini dans le temps, sont mis en commun les infrastructures, les hommes et des moyens financiers raisonnables, ce qui évite la répétition ou la duplication d'efforts.

Types d'organisation

L'idée de base qui préside à l'organisation de réseaux repose sur la notion de partage et de reproduction d'efforts individuels sur un objectif commun.

Il existe différents types de réseaux. Les principaux concernent l'échange d'information, l'organisation de programmes de recherche et la diffusion de matériel végétal.

Les réseaux d'information sont les plus faciles à mettre en place et ne requièrent qu'un minimum de dépenses pour un résultat rapidement enregistrable. Celles-ci concernent la publication d'un bulletin périodique de liaison et d'information, une réunion périodique des membres et les frais de coordination et d'animation.

Les réseaux de recherche demandent une structure plus élaborée tant pour la coordination que pour l'animation scientifique. Les tâches administratives peuvent être prises en charge par un des membres, du moins pendant la phase de démarrage, mais il n'est pas souhaitable que ceci perdure afin d'éviter qu'une des composantes du réseau n'y joue un rôle prépondérant avec le risque que l'engagement des autres parties ne diminue. Il est par conséquent bon que les réseaux s'efforcent de s'attacher les services d'un secrétariat permanent. Quant à l'animation scientifique, il convient de la confier à un comité d'experts qui définit les priorités de recherche, répartit les tâches et les moyens et évalue les résultats.

Avantages

Les réseaux utilisent les infrastructures existantes et du personnel en place. Outre les économies réalisées, les réseaux peuvent démarrer immédiatement et échanger directement des informations déjà disponibles sans attendre que de nouvelles connaissances soient engrangées. L'adoption de méthodologies communes permet d'uniformiser les protocoles d'expérimentation de façon à rendre les résultats comparables. La formation de techniciens en est d'autant facilitée. Il y a un effet de synergie de travail et une émulation entre chercheurs dont l'isolement est rompu et qui peuvent apprécier la concrétisation des efforts fournis.

Les économies réalisées peuvent être consacrées à des problèmes à caractère purement national. Les réseaux bénéficient de souplesse dans la prise de décision, ce qui permet de prendre immédiatement en compte des problèmes nouveaux, importants et urgents.

Les réseaux bénéficient de préjugés favorables de la part des bailleurs de fonds qui y trouvent une utilisation efficace de leurs financements, une rationalisation des procédures, une stratégie d'intégration régionale, une meilleure couverture géographique où pays moins développés ne sont pas oubliés, enfin, une diffusion automatique des résultats.

Principes

Les progrès récents en télécommunications et en informatique ont fortement développé les échanges à l'intérieur de la communauté scientifique et contribué à l'internationalisation de la recherche. Tout naturellement, on a assis-

té à l'éclosion d'un grand nombre de réseaux dont malheureusement il faut constater un pourcentage élevé d'échecs.

Pour que les réseaux fonctionnent de façon suffisante, il faut qu'ils obéissent à un certain nombre de principes dont Donald Plucknett et Nigel Smith ont identifié les principaux. Tout d'abord, le problème doit être clairement défini avec un programme limité dans le temps. Il doit concerner la plus grande partie des constituants du réseau qui doivent être convaincus des bénéfices qu'ils en retirent. La satisfaction de leur intérêt propre sera leur meilleure motivation. Il est indispensable que les participants acceptent d'engager des ressources en matériel et personnel. La bonne volonté et les déclarations d'intention ne suffisent pas. Les participants auront une formation et une expérience suffisante pour apporter une contribution positive. Ils auront la possibilité de se déplacer à l'intérieur et à l'extérieur de leurs frontières. Il est important de fixer les limites des réseaux qui, outre qu'ils ne doivent obérer les finances publiques, doivent maîtriser leurs activités sur les plans thématiques et géographiques et sur celui du nombre de membres, quitte à constituer des sous-réseaux. Les bailleurs de fonds ont une responsabilité essentielle dans la création des réseaux et dans leur fonctionnement pendant les premières années d'existence. Enfin le réseau doit être dirigé pendant des périodes suffisamment longues par des personnalités compétentes qui ont la confiance des participants.

Quoiqu'il en soit, le réseau ne se justifie que si ses activités s'intègrent dans les programmes de développement nationaux. Ils ne doivent pas devenir des clubs fermés. Si l'adhésion à un réseau reste volontaire et si les chercheurs doivent bénéficier d'une certaine autonomie, ils doivent recevoir l'aval de leurs institutions d'origine qui doivent se sentir impliquées. Les représentants nationaux interrogeront leurs collègues et recevront d'eux les informations qui leur sont nécessaires.

Conclusions

Les pays ACP n'ont pas individuellement, les capacités financières, structurelles et humaines suffisantes pour couvrir tous les domaines d'information et de recherche qui les concernent. Il faut par conséquent inviter nos partenaires à regrouper leurs efforts sur des thèmes précis au sein des différentes zones agro-écologiques, ce qui permettra de satisfaire les besoins d'information et d'atteindre une masse critique de recherche.

Les réseaux sont un moyen de valoriser les capacités endogènes et de stimuler les institutions nationales concernées par le développement agricole et rural. En complément aux « technologies appropriées », les réseaux présentent une « sociologie appropriée » où l'homme est au centre du dispositif de coopération et de développement.

R. Delleré
Administrateur de Genogra
Chef honoraire de la Division technique du C.T.A.

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Amélioration de la valeur alimentaire de la paille de riz par le traitement à l'urée et la complémentation en céréales chez le mouton Peulh sénégalais

G.P. Gongnet*1, S. Fadiga* & Maïmouna Cisse**

Keywords: Nutritive Value – Rice Straw – Urea treatment – Urea-complementation – Cereal complementation – Peulh Sheep.

Résumé

Quatre moutons mâles entiers de race peulh sénégalais ont été utilisés dans trois séries d'essais. Dans l'essai n° I, les moutons ont reçu de la paille de riz non traitée; dans l'essai n° II, la paille de riz a été traitée avec 5 % d'urée et dans l'essai n° III, la paille traitée à l'urée a été complétement avec un mélange de 50 % de maïs et 50 % de sorgho blanc.

Le traitement de la paille à l'urée entraîne une augmentation considérable des taux de M.A.T. de la ration qui passe de 2,58 % de la matière sèche dans la paille non traitée à 8,6 % dans celle traitée à l'urée.

Aussi bien le traitement à l'urée que la complémentation en céréales entraînent une augmentation de la consommation de la matière sèche, de la matière organique, de la cellulose brute et des matières azotées totales des rations.

La complémentation en céréales améliore considérablement la digestibilité de la matière organique, mais réduit par contre légèrement celle de la cellulose brute, surtout par rapport à celle des animaux recevant de la paille traitée.

Le traitement de la paille de riz à l'urée augmente aussi le niveau énergétique de la paille qui passe de 0,37 UF à 0,45 UF par kg de MS.

Summary

Four male peulh sheeps were used in series of experimentation. In the first experiment, the sheeps were fed with rice straw without treatment. In the second one, the rice straw was treated with 5% urea and in the third experiment, the urea was complemented with 50% of maize and 50% of sorghum.

The treatment of rice straw by urea led to the significant increase of the value of crude protein from 2.58% to 8.6%.

The urea treatment as well as the complementation with cereals led the augmentation of the consumption of dry matter, organic mater, cellulose and crude protein.

The cereals complementation improve the digestibility of organic mater. However, the digestibility of cellulose was reduced. Compared to the animal that receive the plain rice straw, the treatment of the rice straw increases also with urea the energetic level from 0.37 U.F. to 0.45 U.F. per kg of dry mater.

Introduction

En Afrique sub-saharienne, l'accent est mis de plus en plus sur le développement de l'élevage des animaux à cycle court et des cultures vivrières, en particulier celles des céréales (riz, sorgho, maïs, millet) qui laissent d'importants résidus de récolte : la paille.

Quand on sait que le rapport paille sur grains est d'environ 1,5 l : 1 selon Calvet et al. (2), l'importance des résidus de récoltes céréalières comme ressource fourragère devient évidente.

* Ecole inter-états des Sciences et Médecine Vétérinaires de Dakar. Service de Zootechnie-alimentation, B.P. 5077 Dakar (Sénégal).

** Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires, Service de Zootechnie, B.P. 2057 Dakar (Sénégal).

1 Adresse correspondance : Université de N'Djamena, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées de Farcha, Département de Biologie animale, B.P. 1027 N'Djamena (Tchad).

Reçu le 02.04.96 et accepté pour publication le 06.11.96.

Par contre, l'aspect grossier de ces fourrages limite considérablement leur ingestibilité par les ruminants. L'utilisation de la matière organique par les animaux est entravée par la barrière ligno-cellulosique. Pourtant, l'exploitation rationnelle des résidus de récoltes céréalières demeure plus qu'une nécessité en Afrique sub-saharienne afin de pallier au déficit fourrager de la région en proie à la désertification galopante et où le manque chronique en protéines animales est alarmant.

Le traitement par l'urée des aliments grossiers de moindre valeur nutritive tels que la paille de riz semble être une des voies de sortie. Bon nombre d'études antérieures ont montré que le traitement de la paille de riz à raison de 3 à 5 % d'urée améliore considérablement son ingestibilité et sa digestibilité (3,5,16,17).

Par contre, des résultats d'étude relative à l'influence de la complémentation de la paille traitée à l'urée sur la valeur nutritive sont très rares voire inexistantes.

L'objet de notre étude est d'apporter notre contribution à l'amélioration de la valeur nutritive de la paille par son traitement à l'urée et sa complémentation en céréales.

Matériel et méthodes

Animaux et leur entretien

Quatre béliers entiers adultes de race peuhl-peuhl sénégalais d'un poids vif moyen de $30 \pm 2,5$ kg ont été utilisés dans cette étude. Ils ont été entretenus dans des cages à métabolisme pour petits ruminants.

Avant leur mise en cages, les béliers ont été traités au Valbazen 100 contre les endoparasites à raison d'un comprimé par mouton.

Après ce traitement, une période d'adaptation de 15 jours a été observée.

Aliments et alimentation des moutons

Les moutons ont été soumis à trois séries d'essais correspondants aux trois types de traitement :

- Essai n° I : paille de riz non traitée (PNT);
- Essai n° II : paille de riz traitée à l'urée (PTU) à la concentration de 5 %;
- Essai n° III : PTU + 250 g de céréales concassées (50 % maïs + 50 % sorgho blanc) par animal et par jour.

Chaque mouton a reçu 1 000 g de paille entière par jour distribuée en deux repas à 8 heures et à 18 heures. Le concentré est constitué des céréales contenant 2 % de sel de cuisine, distribué en un seul repas à 10 heures.

Méthode de traitement de la paille de riz

Le traitement comporte plusieurs étapes.

Pour la préparation de la solution d'urée, 5 kg de cette substance a été dissoute dans 95 litres d'eau.

Avant le traitement, une surface de 5 m de long et 4 m de largeur a été délimitée et couverte d'une bâche. Chaque couche de 100 kg de paille de riz entière a ensuite été aspergée par 50 litres de solution d'urée et tassée soigneusement par piétinement. Après l'entassement, la paille traitée est couverte d'une deuxième bâche. Une période d'incubation de 10 jours a été observée. L'addition de la solution d'urée à la paille amène le taux d'humidité à 35 % environ.

Après cette période, la paille a été étalée et séchée au soleil jusqu'à atteindre un taux de matière sèche de 93 %.

Méthodes de mesures et d'analyses des échantillons

Les trois séries d'essais ont été subdivisées chacune en une phase d'adaptation à l'aliment de 14 jours, suivie d'une période de collecte de 5 jours consécutifs.

Durant ces deux phases, les quantités d'aliments ingérées ont été déterminées par la différence entre les quantités distribuées et les refus.

Pendant la phase de collecte, les quantités de fèces et d'urines ont été également mesurées. Pour les fèces, le tiers des quantités journalières émises est prélevé sur 5 jours consécutifs et conservé dans un seau de 5 l de capacité muni d'un couvercle.

Les quantités d'urines prélevées varient en fonction des quantités excrétées par jour et par animal. Pour des quantités supérieures à 250 ml d'urines par mouton et par jour, 10 % sont prélevés. Pour des volumes inférieurs à 250 ml, 20 % des quantités quotidiennes sont prélevées pour chaque mouton sur 5 jours consécutifs. Tous les échantillons sont congelés jusqu'à leurs analyses chimiques selon les méthodes décrites par Naumann et Bassler (10).

Analyses statistiques

La consommation, la digestibilité de la matière sèche, de la matière organique, de la cellulose brute et des matières azotées totales, ainsi que le bilan d'azote ont été traités par analyse de la variance selon le test de Fischer (4).

Résultats

Composition chimique et consommation des aliments

Comme le montre le tableau 1, le traitement à l'urée à 5 % entraîne une augmentation considérable du taux de matières azotées totales qui passe de 2,6 % dans la paille non traitée à 8,6 % dans la paille traitée à l'urée. Il en est de même du taux de cellulose brute qui est de 32,93 % de matière sèche dans la paille non traitée et de 38,77 % dans la paille traitée. Le taux de la matière organique chute légèrement, ainsi que celui d'insoluble chlorhydrique qui passe de 7,89 % dans la paille non traitée à 7,62 % dans la paille traitée.

Le traitement à l'urée et la complémentation en céréales de la paille de riz entraînent une augmentation significative de la consommation de la matière sèche, de la matière organique et des matières azotées

Tableau 1
Composition chimique des aliments utilisés.

Constituants chimiques	Les différents aliments		
	Paille de riz non traitée	Paille de riz traitée à 5 % d'urée	Céréales (50 % de maïs + 50 % de sorgho blanc)
Matière sèche (% MF)	93,3	92,4	92,3
Matière organique (% MS)	81,7	81,2	90,3
Matières azotées totales (% MS)	2,6	8,6	10,4
Cellulose brute (% de MS)	32,9	38,8	33,2
Matières minérales (% de MS)	11,7	11,2	2,2
Calcium (% de MS)	0,35	0,36	0,18
Phosphore (% de MS)	1,13	0,17	1,12
Insoluble chlorhydrique (% de MS)	7,9	7,6	0,0

MF = Matière fraîche

MS = Matière sèche

totales avec $P < 0,01$ pour le traitement à l'urée et $P < 0,001$ pour la complémentation en céréales.

La quantité de la cellulose brute ingérée a été significativement influencée par le traitement à l'urée ($P < 0,01$), mais non significativement par la complémentation en céréales ($P > 0,05$) (tableaux 2 et 3).

Il est intéressant de signaler que dans notre étude, le traitement à l'urée et la complémentation en céréales de la paille de riz entraînent une chute de la consommation d'eau d'abreuvement, bien que les consommations alimentaires soient positivement influencées par le traitement à l'urée et la complémentation en céréales.

Digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de la cellulose brute

Le traitement à l'urée a entraîné une augmentation de la digestibilité de la matière sèche et de la matière organique. Ces améliorations sont significatives ($P < 0,01$) lorsque la paille traitée est complétement en céréales (tableau 4).

Le traitement à l'urée et la complémentation en céréales améliorent la digestibilité de la cellulose brute, mais de façon non significative ($P > 0,05$).

Bilan d'azote et valeur fourragère

Le bilan d'azote est négatif lorsque les moutons sont nourris à la paille de riz non traitée avec une perte moyenne de 15,40 g d'azote par animal et par jour.

Tableau 2
Influence du traitement à l'urée et de la complémentation en céréales de la paille de riz sur la consommation des nutriments.

Quantité de principaux nutriments ingérés	Les différents lots		
	I	II	III
	Paille de riz non traitée	Paille de riz traitée à 5 % d'urée	Paille de riz traitée + céréales
Matière sèche g/animal/j	440	524	721
g/kg P 0,75/j	35	43	58
Matière organique g/animal/j	359	426	606
g/kg P 0,75/j	29	35	49
Matières azotées totales g/animal/j	11	45	66
g/kg P 0,75/j	1	4	5
Cellulose brute g/animal/j	145	203	198
g/kg P 0,75/j	12	17	16

j = jour

Tableau 3
Influence du traitement à l'urée et de la complémentation en céréales de la paille de riz sur la digestibilité des nutriments de la ration.

Digestibilité (%)	Les différents lots		
	I	II	III
	Paille de riz non traitée	Paille de riz traitée à 5 % d'urée	Paille de riz traitée + céréales
Matière sèche	46,2	47,0	63,3
Matière organique	81,0	82,3	85,3
Matières azotées totales	—	26,5	60,7
Cellulose brute	60,7	69,3	67,3

Le bilan devient positif lorsque la paille traitée à l'urée est distribuée aux moutons avec 7,70 g, d'azote par jour et par animal, soit une rétention de 27 % des matières azotées totales ingérées par jour.

La complémentation en céréales améliore alors significativement ($P < 0,01$) la rétention azotée, soit 56 % des matières azotées totales ingérées. Le tableau 5 montre que le traitement à l'urée améliore considérablement la valeur énergétique et azotée de la paille.

Tableau 4
Influence du traitement à l'urée et de la complémentation en céréales de la paille de riz sur le bilan azoté.

Paramètres du bilan azoté	Les différents lots		
	I	II	III
	Paille de riz non traitée	Paille de riz traitée à 5 % d'urée	Paille de riz traitée + céréales
Azote total ingéré (g/animal/j)	11,4	45,1	87,3
Azote fécal (g/animal/j)	24,8	33,1	38,3
Azote urinaire (g/animal/j)	1,9	4,3	4,4
Azote retenu (g/animal/j)	-15,3	7,7	44,6
Rétention (% de l'ingéré)	-134,2	17,1	51,1

j = jour

Tableau 5
Valeur énergétique et protéique de la paille de riz non traitée, de la paille traitée et de la paille traitée et complétement avec du concentré.

Valeur fourragère	Les différents lots		
	I	II	III
	Paille de riz non traitée	Paille de riz traitée à 5 % d'urée	Paille de riz traitée + céréales
UF/kg de MS	0,37	0,45	0,67
M.A.D. (g/kgMS)	–	45	66

Evolution pondérale et état des animaux

Au cours de l'essai n° I, où les moutons ont été nourris à la paille de riz non traitée, nous avons enregistré une perte de poids moyenne de 20 g par jour et par mouton.

A la suite de l'essai n° II, où les moutons ont reçu de la paille traitée à l'urée, la chute de poids moyenne n'est plus que d'environ 0,3 g par jour et par mouton ce qui correspondrait à un équilibre. Toutefois les animaux ont un aspect peu satisfaisant. Leur muqueuse est pâle et leurs poils sont ternes et hérissés. Mais aucun signe d'intoxication n'a été observé.

Par contre, l'essai n° III a permis une certaine reprise de l'état général avec un gain de poids moyen de 60 g par jour et par animal.

Discussion

Le traitement à l'urée entraîne une augmentation significative de la concentration en matières azotées totales de la paille de riz correspondant à une amélioration de 70 % par rapport à la paille non traitée. Ceci confirme les résultats obtenus par Dolberg et al. (3).

Un accroissement sensible de la concentration en cellulose brute est à souligner. Ce phénomène pourrait être attribué au phénomène de lessivage de la matière organique et des matières minérales qui chutent respectivement de 0,45 % et de 0,47 % par rapport à celles de la paille non traitée. Ces résultats concordent avec ceux déjà obtenus par Sundstol et al. (14) et Waiss et al. (15). Quant au taux de phosphore, il passe à 0,06 %, ce qui pourrait être lié aux traces de phosphore présentes dans l'urée.

Lorsque les moutons reçoivent uniquement de la paille de riz non traitée, ils ne consomment en moyenne que 35 g de matière sèche par kgP 0,75 soit 29 g de matière organique par kgP 0,75.

Ce niveau d'ingestion ne permet pas la couverture de leurs besoins d'entretien en énergie. C'est ce qui s'est traduit par une chute de poids des moutons au cours de l'essai n° I.

Le traitement à l'urée a favorisé l'ingestion de la paille. Celle-ci correspond à une augmentation de 17,7 % de matière sèche, 75 % de matières azotées totales et 17 % de matière organique par rapport aux moutons de l'essai n° I. Cela s'explique par la stimulation de l'appétit des animaux et l'amélioration de la digestion des aliments par un apport azoté égal ou supérieur à 7 %. Car l'azote favorise le développement de la microflore du rumen et son activité cellulolytique tout en augmentant la vitesse de passage des aliments à travers le tube digestif des animaux. Une tendance analogue a été déjà signalée par Ibrahim (5).

La complémentation de la paille traitée à l'urée par les céréales améliore la consommation de la matière sèche de la ration de 25,7 %, celle de la matière organique de 28,4 % et de matières azotées totales de 47,4 % par rapport à la paille non traitée.

Le traitement de la paille à l'urée améliore la digestibilité de la matière sèche, de la matière organique, de la cellulose brute ainsi que celle des matières azotées totales. Ceci peut s'expliquer par l'amélioration de l'activité microbienne dans le rumen.

Lorsque la paille traitée est complétement par les céréales, on note une légère diminution de la digestibilité de la cellulose brute. Cela pourrait également se comprendre par le renforcement de l'activité des bactéries amilolytiques et par la chute du pH du rumen à la suite d'une production relativement intense des acides propionique et lactique.

Nos résultats confirment ceux obtenus par un certain nombre de chercheurs allemands qui trouvent que la digestibilité de la matière sèche et de la matière organique augmentent lorsque les rations de base sont complétement en céréales (6, 8, 9). Selon les mêmes

auteurs cela est lié à la proportion importante des glucides rapidement fermentescibles dans les rations.

D'autre part, Rossow et al. (13) sont d'avis que l'apport en amidon entraîne une chute de pH dans le rumen, ce qui conduit à un changement de la population microbienne du lactate. Cela expliquerait la diminution de la digestibilité des fibres brutes des rations chez les ruminants.

Aussi bien le traitement à l'urée que la complémentation de la paille traitée par des céréales améliorent considérablement le bilan d'azote chez nos moutons. Les deux traitements augmentent l'exportation azotée par voies fécales et urinaires. Ceci pourrait s'expliquer d'une part par un niveau d'alimentation relativement bon lorsque la paille est traitée à l'urée et d'autre part par l'apport des glucides rapidement fermentescibles qui favorisent la synthèse des protéines microbiennes. Ce dernier aspect a été observé par Pfeffer (11), lorsqu'il a complétement progressivement la ration de base par du manioc comme source d'énergie rapidement fermentescible.

D'une façon générale, la valeur fourragère de la paille de riz est faible, avec 0,37 UF/kg de matière sèche, et totalement dépourvue de matières azotées digestibles. Il est évident qu'elle ne peut pas être utilisée seule en alimentation, elle ne couvrirait même pas les besoins d'entretien des moutons. Dans notre étude, le traitement à l'urée améliore la valeur nutritive de 0,47 UF/kg de matière sèche et 44,7 g de matières azotées totales par kg de matière sèche. Ceci permet de couvrir les besoins d'entretien d'un mouton de 30 kg de poids vif, à condition que le mouton ingère 1 kg de matière sèche de paille par jour. Ce qui n'est pas le cas dans notre étude. Car selon Rivière (13), les besoins d'entretien d'un mouton de 30 kg de poids vif se situent à 0,47 UF et 40 g de M.A.T. par jour.

La complémentation en céréales améliore considérablement la valeur fourragère de la ration en faisant passer le niveau énergétique et protéique de la ration respectivement de 0,45 UF à 0,67 UF et des matières azotées digestibles de 45 g à 66 g par kg de MS. Ceci nous a permis de classer notre aliment de l'essai n° III

comme des pâturages tropicaux de bonne qualité, selon Boudet (1).

Le gain moyen quotidien obtenu sur les moutons dans l'essai n° III se justifie par l'amélioration de cette valeur fourragère.

Conclusion

Les résidus de récoltes céréalières en Afrique peuvent constituer un apport très important pour l'amélioration de productions animales dans la sous-région. Mais elles sont en grande partie abandonnées sur les lieux de récolte ou brûlées.

L'exploitation rationnelle de ces sous-produits passe par l'amélioration de leur valeur alimentaire. Le procédé de traitement chimique de la paille par l'urée paraît être le plus simple. D'une façon générale, le traitement entraîne une augmentation de la consommation alimentaire et de la digestibilité des nutriments de la ration. Il améliore considérablement la valeur fourragère de la paille qui est généralement très médiocre.

D'autre part, la complémentation en céréale améliore l'ingestion de la MS et la digestibilité de la MS et de la MO, mais entraîne une diminution de celle des fibres.

Dans le cas de notre étude, le coût du traitement est estimé à 22 F. CFA par kg de paille traitée.

Cette technique peut aussi favoriser l'association de l'élevage et de l'agriculture dans des zones à vocation agropastorale, ceci contribuerait en même temps à l'augmentation et/ou la conservation de la fertilité des sols tropicaux, généralement pauvres en substances organiques et exposés aux érosions hydriques et éoliennes.

Remerciements

Nous tenons à remercier très sincèrement l'Union Panafricaine des Sciences et de Technologie (U.P.S.T.) dont l'appui financier nous a permis d'acheter les moutons utilisés dans cette étude.

Références bibliographiques

1. Boudet C., 1975. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. EMVT, 254 p.
2. Calvet H., Valenza J. & Bouergues R., 1974. La paille de riz dans l'alimentation animale au Sénégal. 1. Analyses bromatologiques digestibilité *in vivo* et *in vitro*. Bilans azotés et minéraux. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, 27(2) 207-211
3. Dolberg F., Saadullah M. & Haque M., 1968. Conservation des pailles traitées à l'urée : utilisation des matériaux indigènes. *Rev. Mond. De Zootechnie*, 36 : 37-41.
4. Essl A., 1987. Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar Wien, München, Frankfurt, Minster, Hiltrup und Bern. : 316 p.
5. Ibrahim M.N.M., 1983. Physical, chemical, physico-chemical and biological treatment of crop residues. In : the utilization of filrows agricultural residus (Ed. G.R. Pearces) Bricrane : Walcon Ferguson and Co.
6. Kellner R.J. & Kirchgessner M., 1980. Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Zellwandbestandteile von Haferstroh in Rationen mit unterschiedlichem Kraftfuttermittelanteil. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 26 : 697-720.
7. Kellner R.J., Kirchgessner I. & Kreuze M., 1985. Einfluss verschiedene Stärkeanteile und Stärkearten in halbsynthetischen Ration en auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe beim Schaf. *Landwirt. Forschung*, 38 : 287-297.
8. Kirchgessner M., Kellner R.J. & Kreuzer M., 1985. Beeinflussung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen und Zellwandbestandteilen beim schaf durch den Austausch von Rohfaser durch Stärke. *Das wirtschaftseigene Futter*, 31 : 105-116.
9. Kreuzer M., Kirchgessner M., Kellner R.J. & Rott F.X., 1986. Nährstoffverdaulichkeit N-Stoffwechsel und Allantoinausscheidung von Hammeln bei Variation der Protein - und Energiekonzentration. *Z. Tierphysiol, Tierernährung und Futtermittelkunde*, 55 : 1144-1159.

10. Naumann K. & Bassler R., 1976. Methodenbuch Band III : Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Melsungen, Verlag. Neumann – Neudamm.
11. Pfeffer E., 1975. Untersuchungen über den Einfluss leichtlöslicher Kohlenhydrate im Futter auf die Stickstoffverwertung beim Wiederkäuer. Physiologie der Verdauung, Micellanons Papers, 11 : 69-75 Wageningen, The Netherlands.
12. Rivière R., 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. I.E.M.V.T., 529 p.
13. Rossow N., Bergner H. & Jacobi U., 1980. Pathophysiological Aspekte der Kohlenhydratverwertung beim Wederkäuer Mh. Vet. Med., 35 : 866-872.
14. Sundstol F., Coxworth E. & Mowat D.N., 1978. Amélioration de la valeur nutritive de la paille par le traitement à l'ammoniacal. *Rev. Mond. Zootechn.* (FAO), 26 : 13-21.
15. Weiss A.C.Jr., Gueggoiz I. & Kohler G.O., 1972. Improving digestibility of straws for ruminants feed by aqueous ammoniac. *J. Anim. Sci.*, 35 : 109-112.
16. Wanapat M., 1987. Effects of concentration of urea, Addition of salt and form of Urea treated rice straw on Intake and Digestibility. In : Ruminant Feeding systems utilizing fibrous agricultural residues – 1986. Proceedings of the sixth annual workshop of the Australian-Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network held in the Univ. of the Philippines at Los Banos, 1-3 April, 1986 Caneberra, 177-179.
17. Wanapat M. & Uriyapongson S., 1987. A comparison on liverweight performance and carcasses of crossbred Dairy cattle Feol untreated or urea treated Rice straw Agricultural Residues – 1986. Proceed of the sixth Annual workshop of the Australian-Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network, held in the Univ. of the Philippines at Los Bano 1-3 April 1986. Caneberra, 181-186.

G.P. Gongnet, Tchadien, Ingénieur d'Agronomie tropicale, Docteur d'Etats ès Sciences Agronomiques (Dr. Sc. Agr.), Maître de Conférences à l'EISMV de Dakar.
S. Fadiga, Ivoirien, Docteur vétérinaire, Chercheur en Côte d'Ivoire.
Maimouna Cisse, Sénégalaise, Docteur vétérinaire, Docteur d'Université, Chercheur au Laboratoire National de l'Élevage et de Recherche Vétérinaire à Dakar.

Balance de tres fertilizantes nitrogenados ^{15}N en un Oxisol cubano cultivado con *Coffea arabica* L.

Bustamante C.*, Ochoa M. & Rodríguez Maritza I.

Key words: *Coffea* – N fertilizer – ^{15}N – Oxisol.

Resumen

Utilizando tres fuentes de fertilizantes nitrogenados ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$, $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ y K^{15}NO_3) se desarrolló un experimento de campo en un Oxisol cultivado con cafetos (*Coffea arabica* L.) bajo sombra de pinos (*Pinus cubensis* Griseb) con el objetivo de establecer el balance del N en el sistema planta – suelo – fertilizante. Las fuentes se aplicaron en la dosis de 100 kg de N/ha con un enriquecimiento de 5 at % ^{15}N . Al finalizar el experimento, de acuerdo con la fuente, fue absorbido entre el 32,2 % y el 41,4 % del ^{15}N . Con las hojas de los cafetos regresó al sistema entre el 2,6 % y el 4,4 % del fertilizante aplicado. El 0,4 % del N del fertilizante permaneció en el suelo en forma amoniacal y las pérdidas no calculadas estuvieron entre 53,6 % y 64,3 % de los fertilizantes aplicados.

Summary

A field trial was carried out on Cuban Oxisol planted with coffee trees, (*Coffea arabica* L.) using three N-fertilizer sources ($^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$, $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ and K^{15}NO_3) under *Pinus cubensis* Griseb shade to estimate the N-balance in plant – soil – fertilizer system. The sources were applied at the rate 100 kg N/ha with the an enrichment of 5 % of ^{15}N . At harvesting time, between 32.2% and 41.4% of the ^{15}N , were taken up by the plants, according to the sources, with vegetative drop was returned to the system between 2.6 and 4.4% of the fertilizer applied. About 0.4% of N in ammoniacal form remained in the soil and the non-measured losses were between 53.6 and 64.3% of the fertilizers applied.

Introducción

La determinación de la eficiencia del uso de los fertilizantes por los cultivos constituye uno de los principales objetivos de las investigaciones agroquímicas ya que mediante esta se puede llegar a establecer un sistema de abonado racional y ecológico.

En este contexto, el nitrógeno continúa siendo el elemento más estudiado, lo que principalmente se debe al dominio del método isotópico, mediante el uso del N marcado (19). Sin embargo estas investigaciones se han realizado principalmente en cultivos de ciclo anual, mientras que son pocos los resultados informados con cultivos perennes y en especial el café (16).

El monocultivo del café en conjunción con las prácticas agronómicas y los fertilizantes provocan cambios en las condiciones del suelo que se reflejan en los componentes de este ecosistema. Las investigaciones realizadas demuestran que los conocimientos sobre las transformaciones del nitrógeno son exiguos, y en muchos casos desconocidos (1, 2, 15).

El café comienza su ciclo productivo a partir del cuarto año y es en esta fase donde se exportan cantidades considerables de nitrógeno, potasio y fósforo. Debido al costo del fertilizante marcado, el equipamiento especial y el tiempo requerido para el análisis es difícil conducir experimentos desde su plantación.

El objetivo de la investigación fue determinar en condiciones de campo, el balance del ^{15}N proveniente de tres fuentes de fertilizantes nitrogenados aplicadas a cafetos de 4 años de edad cultivados en un Oxisol de Cuba.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en áreas de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao localizadas en Pinares de Mayarí (650 m.s.n.m.), en un Oxisol (0,17 % N) cultivado con *Coffea arabica* L. var « Isla 5 – 15 » de 4 años de plantado a 1 m x 2 m bajo sombra de pino (*Pinus cubensis* Griseb).

Se estudiaron las siguientes variantes :

Fondo (150 kg P_2O_5 /ha + 100 kg K_2O /ha)
 Fondo + 100 kg de N/ha en forma de $^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$
 Fondo + 100 kg de N/ha en forma de $(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$
 Fondo + 100 kg de N/ha en forma de K^{15}NO_3 .

El fertilizante N con un enriquecimiento de 5 at % ^{15}N se aplicó en disolución acuosa fraccionados en tres momentos – enero, abril y julio (33 % en cada época). La dosis de ^{15}N a aplicar en cada mes se mezcló con la cantidad calculada de cada fuente sin enriquecer, se diluyó en agua y se aplicó alrededor de las plantas a la

* Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao – Cruce de los Baños, Santiago de Cuba, Tercer Frente, CP 92.700 Cuba.

Recibo en le 09.10.95 y aceptado en el 11.02.97.

distancia de 30 cm del tallo a una profundidad de 5 cm. El fertilizante fosfórico y potásico se aplicó en el mes de enero.

Cada uno de los tres cafetos de cálculo que constituirán las parcelas experimentales se aislaron mediante unas láminas metálicas sin fondo colocadas en cuadrado a 1 m de cada planta.

Las transformaciones del N se dividieron en cuatro renglones: utilización por las plantas; regreso al sistema; contenido de amonio en el suelo en la profundidad de 0 – 20 cm y nitrógeno no detectado durante la investigación.

Para la determinación de la utilización de los fertilizantes nitrogenados se cortaron los cafetos en el mes de diciembre, se dividieron en sus órganos vegetativos, se pesaron, se secaron a 70 °C hasta peso constante para el cálculo de la masa seca y se analizaron con los métodos convencionales. El coeficiente de utilización se calculó como lo relación: N tomado por la planta / dosis de fertilizante aplicado, en gramos.

El retorno al sistema del N de los fertilizantes se evaluó mediante la recogida mensual de las hojas caídas de los cafetos, su secado, pesado y posterior análisis químico.

La determinación del amonio de los fertilizantes en el suelo se evaluó según el método de Kuleshov y Kundu (8), a los 8, 16, 24, 32, 99 y 293 días de iniciado el experimento. Las muestras de suelo se tomaron a 20 cm de profundidad de la zona fertilizada. Estas muestras se secaron, molieron y guardaron en botellas de cristal para su análisis químico.

El renglón no contabilizado se calculó como la diferencia en % entre la suma de los tres renglones anteriores y la cantidad de nitrógeno aplicado tomando el último como 100 %.

En todos los casos el N se determinó por digestión Kjeldahl y destilación en corriente de vapor. Los destilados de cada determinación fueron evaporados hasta la determinación de la relación $(^{15}\text{N}^{14}\text{N})^+ / (^{14}\text{N}^{14}\text{N})^+$.

El ^{15}N se determinó en un espectrómetro de masa perteneciente al Instituto de Investigaciones de suelo y agroquímica de Ucrania y en el ISONITROMAT del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba.

Los valores del N derivado del fertilizante ($\%^{15}\text{Nddf}$) en las muestras se calculó por la ecuación: $X = A (B - C) / D$; donde X – cantidad de fertilizante ^{15}N en suelo o planta, A – total de nitrógeno en la muestra, B – exceso de $\%^{15}\text{N}$ en la muestra, C – $\%^{15}\text{N}$ en el control y D – exceso de ^{15}N en el fertilizante aplicado.

Resultados y discusión

N – fertilizante en el suelo

Las concentraciones de amonio aumentaron y alcanzaron los mayores valores el día 24 post-aplicación para el nitrato de amonio y la urea y al décimo día para el nitrato de potasio (Tabla 1), siendo estos valores superiores a los 14 días informados para la urea en un Oxisol en Costa Rica (10).

El incremento de la concentración de amonio al aplicar urea fue más lento que al aplicar nitrato de amonio, lo que puede estar relacionado con la ausencia en la urea del catión amonio, siendo necesaria su hidrólisis inicial en el suelo. Ese proceso en los suelos lateríticos de la India (18) demoró más de 20 días. En un suelo Ferralítico rojo compactado en Cuba se encontraron los mayores valores de amonio a los 30 días de la aplicación de la urea (14).

Con la aplicación de nitrato de potasio se incrementaron los valores de amonio en el suelo. Este hecho se explica por el aumento de la actividad microbiana lo que acelera la mineralización de las sustancias orgánicas del suelo (6, 11).

El análisis isotópico del suelo a los 16, 32, 99 y 293 días reveló la existencia de amonio derivado del fertilizante, variando su participación en la composición del amonio total en dependencia de la fuente de fertilizante utilizada y del tiempo de muestreo (Tabla 1). De esta manera, si la mayor participación del $^{15}\text{Nddf}$ al aplicar urea y nitrato de amonio se encontró en el día 32 (74 % y 80 % respectivamente del amonio determinado) y luego disminuyó hacia el día 293 (27 % y 15 %), su participación al aplicar el nitrato de potasio mostró los mayores valores el día 16 después de la fertilización y disminuyó (23 % del amonio determinado) hacia el final del experimento.

Regreso al sistema

La caída de los restos vegetales (hojas) no dependió de la fuente aplicada, al igual que los contenidos de nitrógeno en las mismas (Tabla 2). La cantidad de residuos orgánicos incorporados al suelo estuvo condicionada por las características del cultivo y el clima de la zona. Los mayores valores se observaron en sep-

Tabla 1

Variación del contenido de amonio del suelo (a – NH_4^+), y derivado del fertilizante (b – NH_4^+ ddf) por efecto de la aplicación de tres fuentes de fertilizantes N en un Oxisol (0 – 20 cm).

días	mg NH_4^+ / 100 gr suelo				$^{15}\text{KNO}_3$	
	$^{15}\text{NH}_4\text{NO}_3$ a	n.d. b	$(^{15}\text{NH}_2)_2\text{CO}$ a	n.d. b		
8	19,16	n.d.	13,93	n.d.	12,93	n.d.
16	20,64	13,58	20,32	18,00	21,83	15,99
24	25,55	n.d.	25,25	n.d.	21,84	n.d.
32	22,85	18,49	23,66	17,66	19,82	8,63
99	15,12	5,83	15,68	5,16	15,98	5,29
293	13,44	2,08	12,28	3,39	14,82	3,55

n.d. no determinado.

Tabla 2
Dinámica de caída, contenido de N y %¹⁵Nddf en los restos caídos de los cafetos

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Total
Dinámica de caída, g									
¹⁵ NH ₄ NO ₃	79,0	78,7	30,0	39,0	28,0	139,3	58,0	185,7	637,7
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	104,7	89,0	43,3	55,3	56,0	203,7	60,7	189,0	801,7
K ¹⁵ NO ₃	64,3	66,7	27,6	35,0	24,7	105,3	48,7	151,4	523,7
N, %									
¹⁵ NH ₄ NO ₃	1,96	2,10	1,96	1,88	1,81	1,88	1,67	1,75	
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	1,96	2,06	1,96	1,88	1,68	1,88	1,64	1,75	
K ¹⁵ NO ₃	1,89	2,13	1,96	1,75	1,74	1,75	1,68	1,75	
% ¹⁵ Nddf									
¹⁵ NH ₄ NO ₃	0,029	0,088	0,059	0,054	0,107	0,096	0,117	0,070	
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	0,082	0,103	0,063	0,079	0,138	0,116	0,151	0,089	
K ¹⁵ NO ₃	0,069	0,089	0,067	0,042	0,146	0,112	0,166	0,089	

tiembre y noviembre (meses de cosecha) y en los meses de mayor precipitación (marzo – mayo) con valores medios para las tres fuentes estudiadas de 3,3 t / ha de materia seca en 8 meses. El tratamiento con urea aportó la mayor biomasa, seguida de las formas nítricas del fertilizante nitrogenado.

El contenido de N (Tabla 2) varió en función del tiempo disminuyendo de abril a noviembre (a medida que ocurrió la maduración de los frutos), lo que confirma que al incrementarse las exigencias del café en N el mecanismo de reutilización se vuelve más efectivo (12, 13).

Los restos vegetales retornaron al sistema entre 54 kg y 76,5 kg N / ha en los 8 meses evaluados.

El Nddf se encontró en las hojas caídas. En el periodo de abril a julio el contenido de ¹⁵N osciló entre 0,029 % y 0,103 % y se alcanzaron los mayores valores en el tratamiento con urea. La aplicación del fertilizante en julio provocó un aumento considerable del ¹⁵N y se encontraron los máximos contenidos en el tratamiento con urea y nitrato de potasio. Al finalizar el experimento los tenores de ¹⁵N fueron cercanos al los del mes de abril.

Sin duda este N no se incluye inmediatamente en la nutrición de los cafetos, pues debe inmovilizarse para luego mineralizarse. el acumulado del N en el periodo fue de 2,6 %; 4,4 % y 3 % del fertilizante aplicado para el nitrato de amonio, la urea y el nitrato de potasio respectivamente (Tabla 5).

Utilización por las plantas

La fertilización N incrementó la extracción de N por los cafetos independientemente de la fuente utilizada (Tabla 4). La fertilización en la dosis de 100 kg de N / ha incrementó la participación del N nativo del suelo en la nutrición de los cafetos. Este hecho ha sido informado por varios investigadores a nivel mundial (2, 7, 17) y recibe el nombre de « priming – effect ». Este

efecto fue similar para las fuentes de N nítrico y amoniacal e inferior para la urea.

El mayor porcentaje del ¹⁵N se localizó en las hojas de los cafetos (10 %), en el resto de los órganos vegetativos se encontró la mitad de esta cantidad (Tabla 3). Los mayores valores de absorción se encontraron en los tratamientos con la urea y el nitrato de amonio.

A pesar de la corta duración de la investigación se determinó que en el Oxisol la ausencia de fertilizantes N reduce significativamente la producción (7,25 t / ha de café cereza). Valores estadísticamente superiores, pero sin diferenciarse entre si, se obtuvieron al aplicar las tres fuentes de fertilizantes estudiadas (Tabla 4).

Balance de los fertilizantes nitrogenados

Se logró captar dentro del sistema el 42,8 %; 46,4 % y el 35,7 % del fertilizante aplicado para el nitrato de amonio, la urea y el nitrato de potasio respectivamente (Tabla 5); valores que se encuentran dentro del rango observado a nivel mundial. A pesar de fraccionarse el nitrógeno en tres oportunidades la pérdida de los mismos es grande y presentó valores de 57,2 %; 53,6 % y 64,3 % para las fuentes citadas anteriormente.

La lixiviación puede haber sido una de las causas de estos altos niveles de no detección del N. En los suelos Ferralíticos de Costa de Marfil (3) cultivados con

Tabla 3
%¹⁵Nddf en los órganos de los cafetos al finalizar el experimento.

	Hojas	Ramas		Tallo		Frutos
		verdes	viejas	verdes	viejas	
¹⁵ H ₄ NO ₃	14,20	6,95	5,83	6,39	7,38	8,29
(¹⁵ NH ₂) ₂	15,07	7,57	6,00	7,33	7,98	7,92
K ¹⁵ NO ₃	10,39	6,39	5,70	6,58	7,46	6,34

Tabla 4
Utilización del nitrógeno del suelo y de los fertilizantes nitrogenados por el café (g / planta).
Coefficiente de utilización y producción de los cafetos.

	Extracción de N	Nddf	Ndds	Coefficiente de utilización	Producción t.c.c./ha
PK (F)	32,25	–	32,35	–	7,25
F + ¹⁵ NH ₄ NO ₃	38,70	7,97	70,73	39,85	12,33
F + (¹⁵ NH ₂) ₂ CO	75,66	8,29	67,37	41,45	10,73
F + K ¹⁵ NO ₃	79,34	6,45	72,89	32,25	11,58
M.D.S. _{0,5} T					2,19

t.c.c. / ha – toneladas de café cereza por hectárea.

maíz y algodón, las pérdidas por lavado alcanzan valores de 5 – 10 % para la urea y 8 – 25 % para las formas nítricas de fertilizantes. En Cuba (14), en suelo Ferralítico cultivado con caña de azúcar se lavó entre el 4 – 10 % del fertilizante y se relacionó con precipitaciones de 919 mm en el periodo mayo – julio. La volatilización de la urea en este tipo de suelo alcanzó a los 30 días valores del 2,6 % del fertilizante aplicado (9).

Las complejas interacciones entre los cafetos y los árboles de sombra no descarta la utilización por los pinos del fertilizante N. Se conoce de la respuesta de aumento de la producción de madera por el pino al

aplicar una fertilización balanceada (5), así como el hecho de que la fertilización mineral aplicada al café aumenta los rendimientos de resina del pino y acorta su periodo de recuperación (4).

Los resultados mostraron que para los cafetos cultivados bajo sombra de pino en Oxisol la fertilización nitrogenada es recomendable efectuarla con urea o nitrato de amonio, fuentes que posibilitan un mejor aprovechamiento del fertilizante adicionado y ocasionan una menor utilización del nitrógeno nativo. Por otro lado la baja residualidad del N en forma amoniacal sugiere la fertilización anual para lograr producciones estables.

Estos resultados permiten afirmar que la investigación debe profundizar en estos eslabones del ciclo del N y ampliar los estudios sobre su utilización por los árboles de sombra, para lograr un manejo ecológico de la fertilización mineral.

Tabla 5
Balace de tres fertilizantes N en suelo Oxisol cultivado con cafetos (% del aplicado).

	Utilizado	Retorno	En forma NH ₄ ⁺	No detectado
¹⁵ NH ₄ NO ₃	39,8	2,6	0,4	57,2
(¹⁵ NH ₂) ₂ CO	41,4	4,4	0,5	53,6
K ¹⁵ NO ₃	32,3	3,0	0,4	64,3

Referencias

- Aranguren J., Escalante C. & Herrera R., 1982, Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees, *Plant and Soil*, **67**, 247-258.
- Bornesmiza E., 1982, Nitrogen cycle in coffee plantations, *Plant and Soil*, **67**, 241-246.
- Chabaliér P.F., 1985, Étude comparative de deux engrais azotés marqués par ¹⁵N : urée et nitrato, sur une culture de maïs en Côte-d'Ivoire, *L'Agronomie Tropicale*, **40**, 107-114.
- Delgado A., 1988, Influencia de la fertilización aplicada al café (*Coffea arabica*) en los rendimientos de resina de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, Morelet, *Información Express. Forestales*, **8**, 18-19.
- Herrera Grisel *et al.*, 1988, Influencia de la fertilización mineral y orgánica en el desarrollo de una plantación de *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, *Información Express. Forestales*, **8**, 12-14.
- Korenkov D., 1976, *Agrojímia azotnij udobrenii*, Nauka, Moscú. pp. 210.
- Kudeyarov V., 1989, *Tsikl azota v pochve y effektivnost udobrenii*, Nauka, Moscú. pp. 216.
- Kuleshov M. & Kundu S., 1986, Vliania gipsa na prevachenie (¹⁵NH₄)₂SO₄ v razlichnij tipaj pochv. pp. 95-107. In : JCJI, *Voprosi genesisisa, occultorivania pochv y povichenia effektivnosti udobrenii*, Jarkov.
- López T., 1984, Estudio sobre balance del nitrógeno en algunos suelos de Cuba. p. 108. In : Tesis de grado C. Dr. Ciencias Agrícolas. La Habana.
- Martínez C., Bornesmiza E. & Kass D., 1987, El nitrógeno en un sistema maíz – chayote en un Typic Dystrope de Turrialba, Costa Rica. I. Comportamiento en el suelo. *Turrialba*, **7**, 331-335.
- Michustin E. & Prokoshev V., 1946, *Izmenenie sostava pochvenoi mikroflori v rezultate ditelnogo primenienia udobrenii*, *Mikrobiologia*, **18**, 30-46.
- Rivera R. & Sam Ofelia, 1983, Estudio preliminar de la relación crecimiento vegetativo del fruto y el estado nutricional en *Coffea arabica* L. (var Caturra), a plena exposición solar, *Cultivos Tropicales*, **5**, 389-406.
- Rivera R., 1987, Nutrición, fertilización y balance del fertilizante nitrogenado (¹⁵N) para el café en un suelo Ferralítico rojo compactado. p. 31. In : Tesis de grado C. Dr. Ciencias Agrícolas. La Habana.
- Rivera R. & Treto Eolia, 1989, Influencia de la fertilización- N y el tipo de planta cultivada sobre la dinámica de las formas del N en suelo ferralítico rojo compactado, *Cultivos Tropicales*, **11**, 71-79.
- Roskoski J., 1982, Nitrogen fixation in a Mexican coffee plantation, *Plant and Soil*, **67**, 403-407.
- Sommer K., 1978, Use of radioisotope in a agriculture, IAEA Report 1360, 16 p.
- Turchin F., 1965, *Prevachenia azotnij udobrenii v pochve y uzvoenie ij rasteniami*, *Agrojímia*, **3**, 3-19.
- Vyas B. & Mistry K., 1985, Hydrolysis of prilled urea, sulphur – coated urea and urea supergranules in an Oxisol, Vertisol and Inceptisol, *Indian Journal of Agricultural Science*, **55**, 35-40.
- Westerman R., Kurtz L. & Hauck R., 1972, Recovery of ¹⁵N-Labeled Fertilizers in Field Experiments, *Soil Science Society of America Proc.* **36**, 82-86.

Observations sur l'effet de différentes méthodes de transformation de manioc sur les dégâts dus aux insectes sur les cossettes en stockage

K. Tata-Hangy* & D. Lutete*

Keywords: Cassava chips – Chips damage – Peeling – Smoking – Soaking – Sun drying – Weight loss

Résumé

L'influence de quatre méthodes traditionnelles de transformation des cossettes de manioc en République Démocratique du Congo a été évaluée en fonction des dégâts causés par les insectes au cours du stockage. Ces modes de transformation sont: les cossettes de manioc épluché, roui et séché au soleil, type Bas-Congo, simplement épluché et séché au soleil, type Kasai, épluché, roui et fumé, type Haut-Congo/Equateur et non épluché, roui et fumé, type Maindombe.

Les espèces prédominantes de coléoptères ravageurs étaient Sitophilus sp., Tribolium sp. et Rhizoperta dominica.

Les cossettes type Kasai ont été complètement détruites en quatre mois de stockage. Les cossettes type Bas-Congo ont été détruites à 40% en six mois. Les cossettes types Haut-Congo et Maindombe sont plus résistantes aux infestations avec seulement 10% de perte mais présentent l'inconvénient d'avoir une coloration sombre due à la couche de fumée et nécessitent un grattage préalable à la préparation des repas.

Les cossettes type Bas-Congo sont préférées et conviendraient mieux au stockage moyennant des mesures préventives de protection pour réduire les infestations précoces et un stockage limité à trois mois.

Summary

The influence of four traditional methods of processing cassava chips in the Republic Democratic of Congo has been evaluated regarding damages caused by insect attacks during storage. The methods tested were: chips from peeled, soaked and sun dried cassava, Bas-Congo type, chips from peeled and sun dried cassava, Kasai type, chips from peeled, soaked and smoked cassava, Haut-Congo/Equador type and chips from non-peeled, soaked and smoked cassava, Maindombe type.

The more important pests are three coleopterans: Sitophilus sp., Tribolium sp. and Rhizoperta dominica.

The chips of Kasai type were almost completely destroyed by insects within four months. Those of Bas-Congo type showed a weight loss of about 40% after six months. Chips of Haut-Congo and Maindombe types are more suitable to storage, loss of 10% but they have a dark aspect due to the smoke. They need a further effort to remove the dark colour before meal preparation. Chips of Bas-Congo type are preferred and would be suitable for storage if preventive measures are taken to prevent early infestations and if the duration of storage does not exceed three months.

Introduction

En République Démocratique du Congo, le manioc est généralement transformé en divers produits dont les cossettes sont les plus communs. La qualité des cossettes de manioc varie considérablement en fonction de l'environnement et de la technologie utilisée. Les cossettes sont parfois de couleur sombre et couvertes par des moisissures qui dans certains cas peuvent être nocives à la santé humaine (1). En outre, des pertes importantes dues aux insectes et aux cryptogames sont enregistrées au cours de leur stockage (6). Ceci justifie la difficulté de conserver les cossettes pendant une longue durée.

Les différentes méthodes traditionnelles de transformation du manioc en cossettes les plus courantes en République Démocratique du Congo comprennent le

rouissage ou le non-rouissage suivi d'un séchage soit étalé au soleil ou à la fumée au-dessus d'un foyer. Celles-ci varient d'une région à l'autre.

Au Bas-Congo et au Bandundu, les tubercules de manioc frais sont d'abord épluchés puis soumis au rouissage avant le séchage au soleil. Dans les régions forestières du Haut-Congo et de l'Equateur, le séchage se fait à la fumée au-dessus d'un foyer, après rouissage. Au Kasai, les tubercules de manioc frais, épluchés et découpés longitudinalement sont directement exposés au soleil sans un rouissage préalable.

Les cossettes séchées au soleil sont en général d'aspect clair et sont préférées par les consommateurs à celles fumées, qui sont couvertes d'une couche

* Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique (INERA).
Programme National Manioc (PRONAM), Centre de recherche de M'vuazi; B.P. 11635 Kinshasa 1, République Démocratique du Congo.
Reçu le 17.11.95 et accepté pour publication le 14.02.97.

sombre de fumée. Des observations récentes ont montré que les méthodes de transformation influencent énormément la teneur en acide cyanhydrique des produits à consommer (2, 3), la durée de conservation satisfaisante et les pertes causées par les insectes aux cossettes au cours du stockage.

Les cossettes de manioc, transformées en farine, constituent la principale composante dans la préparation du "fufu", aliment de base de la grande majorité des Congolais. L'importance du fufu dans l'alimentation quotidienne exige que les cossettes soient toujours disponibles au niveau du consommateur. Ce qui revient à pouvoir les stocker pour une assez longue période surtout dans les milieux urbains éloignés des centres ruraux de production où l'approvisionnement est difficile suite à un mauvais état des voies de communication.

Les expérimentations sur l'influence des différentes méthodes de transformation des cossettes de manioc sur les dégâts causés par les insectes sur les cossettes au cours du stockage ont été conduites au centre de recherche de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA) à M'vuazi au Programme National Manioc (PRONAM).

Matériel et Méthodes

Quatre lots de 5,5 kg de cossettes sèches de deux variétés de manioc largement cultivées à M'vuazi, la variété améliorée F100 du PRONAM et la variété locale Mpelolongi, traitées suivant quatre méthodes différentes de transformation telles que rencontrées dans différentes régions du pays, étaient entreposées dans des sacs en polyéthylène au magasin des vivres à M'vuazi. Il s'agit de cossettes issues du manioc épluché, roui et séché au soleil du type Bas-Congo; de cossettes issues du manioc épluché, non roui et séché au soleil du type Kasaï; de cossettes issues du manioc épluché, roui et fumé du type Haut-Congo/Equateur, et de cossettes issues du manioc non épluché, roui et fumé du type Maindombe.

Les observations avaient porté sur les différentes espèces d'insectes rencontrés sur les cossettes, l'ampleur des dégâts et les pertes causées aux cossettes par les insectes. Elles étaient faites chaque mois à partir de la mise en stockage pendant six mois. Les spécimens des différentes espèces d'insectes rencontrés étaient collectés pour identification. Les dégâts étaient caractérisés par des galeries creusées sur les cossettes par les insectes. Le niveau des dégâts était évalué et exprimé en nombre moyen des galeries comptées à chaque observation sur vingt cossettes prises au hasard sur chaque lot. Le poids de chaque lot était pris après tamisage pour déterminer les pertes entraînées par les infestations.

Les conditions ambiantes au magasin de stockage pendant l'expérimentation variaient entre 20 et 29°C pour la température et entre 60 et 82% pour l'humidité relative.

Résultats et discussion

Les figures 1 (a et b) montrent l'évolution des dégâts sur les cossettes selon le mode de transformation et selon la variété. On observe sur ces figures que les dégâts dus aux attaques d'insectes augmentent plus rapidement sur les cossettes de type Kasaï que sur celles issues d'autres modes de transformation. Cette tendance était similaire sur les deux variétés testées. Les différences observées entre les niveaux des dégâts des cossettes de type Kasaï et de type Bas-Congo étaient significatives (PPDS=23.21; $P \leq 0.05$) et hautement significatives entre les types Haut-Congo/Equateur et Maindombe (PPDS=31.06; $P \leq 0.01$). Les différences étaient aussi significatives entre les cossettes de type Bas-Congo et celles fumées (types Haut-Congo/Equateur et Maindombe) qui ne différaient pas entre elles.

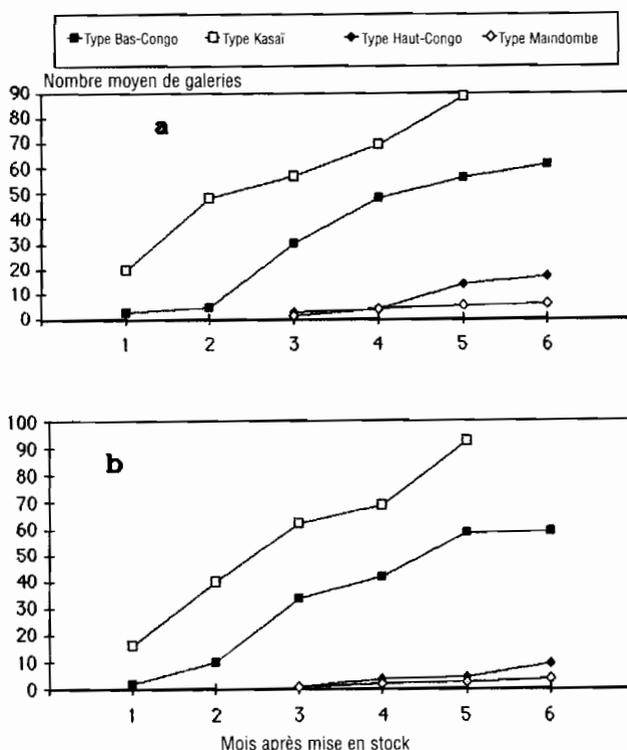


Figure 1. Evolution des dégâts dus aux insectes sur les cossettes en stockage (a) variété F100 et (b) variété Mpelolongi.

L'ampleur des dégâts sur les cossettes séchées au soleil tant du type Kasaï que du type Bas-Congo était déjà marquée au premier mois du stockage; tandis que sur les cossettes fumées tant du type Haut-Congo/Equateur que du type Maindombe, les dégâts n'ont débuté que trois mois après la mise en stockage. Ceci pourrait indiquer que les infestations sur les cossettes séchées au soleil avaient débuté avant leur entreposage, probablement pendant le séchage. L'apparition tardive des dégâts sur les cossettes fumées indique que la fumée est un traitement efficace contre les insectes. Le pouvoir protecteur de la fumée vis-à-vis des attaques d'insectes sur les cossettes de manioc pendant le stockage a déjà été rapporté (5).

Tableau 1
Evolution de nombre des galeries causées par les attaques d'insectes sur les cossettes en stockage.

Mois	Variété F100				Variété Mpelolongi				
	En stock	Bas-Congo	Kasaï	Haut-Congo	Maindombe	Bas-Congo	Kasaï	Haut-Congo	Maindombe
1		2,5	20,0	0	0	1,8	16,4	0	0
2		4,8	48,1	0	0	9,8	40,0	0	0
3		30,3	56,8	2,9	1,6	33,9	62,2	0,9	0,8
4		47,9	69,9	3,8	3,7	41,8	68,8	4,1	1,9
5		55,9	88,3	13,7	5,1	58,2	92,7	4,4	2,4
6		61,5	–	17,3	6,2	59,2	–	9,7	4,1

Les pertes de poids des cossettes enregistrées au cours du stockage sont présentées aux figures 2 (a et b). Il ressort de ces figures que quatre mois après la mise en stockage, les cossettes du type Kasaï étaient les plus endommagées, elles étaient d'ailleurs presque totalement réduites en farine. Les cossettes du type Bas-Congo ont connu une réduction de poids d'environ 40% après six mois de stockage. Les cossettes fumées des types Haut-Congo/Equateur et Maindombe ont montré une bonne résistance aux infestations jusqu'à la fin de l'expérience et n'ont connu que des pertes limitées (environ 10%).

Il a été aussi constaté que la perte de poids était fonction du nombre de galeries creusées par les insectes dans les cossettes. Une corrélation négative élevée et significative ($r = -0,79$ pour la variété F100 et $r = -0,89$ pour la variété Mpelolongi; $P \leq 0,05$) existe entre le poids des cossettes et le nombre de galeries.

Trois espèces de coléoptères, *Sitophilus zeamais*, (MOTCH) (Curculionidae), *Tribolium* sp (Tenebrionidae) et *Rhizoperta dominica* (FABRITUS). (Bostrichidae) étaient prédominantes sur les cossettes. Ces trois espèces sont réputées être des ravageurs majeurs des aliments stockés sous les tropiques (4).

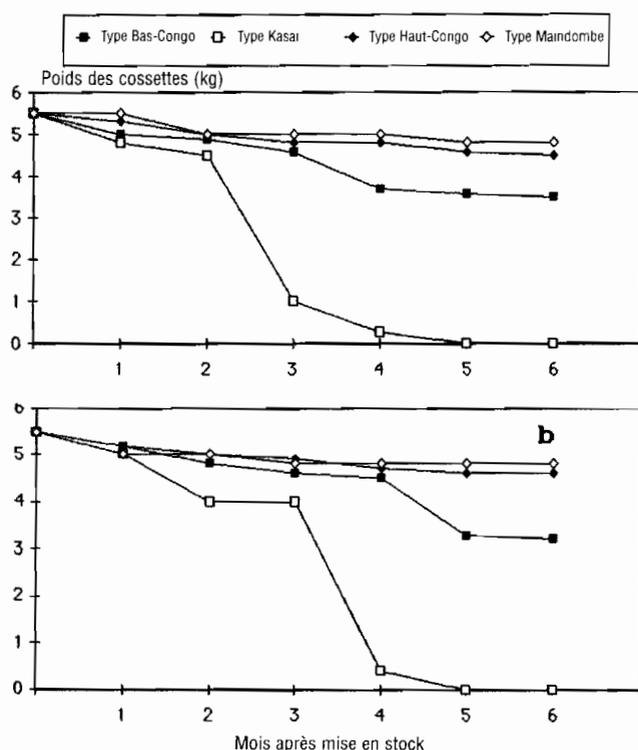


Figure 2. Evolution des pertes de poids des cossettes en stockage dues à l'infestation par les insectes (a) variété F100 et (b) variété Mpelolongi.

Conclusion

Ces résultats montrent que les cossettes du type Kasaï sont sensibles aux infestations et ne conviennent pas au stockage de longue durée. Les cossettes fumées semblent être plus appropriées pour le stockage, mais elles présentent l'inconvénient d'être sombres et moins appréciées par les consommateurs. Elles nécessitent un effort supplémentaire de grattage de la couche sombre due à la fumée avant la préparation des aliments. Les cossettes rouies du type Bas-Congo, qui sont d'aspect clair et préférées par les consommateurs, subissent des pertes, dues aux insectes, d'environ 40 % en six mois de stockage. Une réduction de la durée du stockage et l'adoption de mesures préventives de protection contre les infestations précoces pendant le séchage minimiseraient les pertes à encourir.

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au dévouement des techniciens de recherche N. Luyindula, G. Bakabana et M. N. Tuzwana qui ont supervisé les travaux de transformation des cossettes suivant les différentes méthodes, préparé les échantillons pour l'étude et assuré la collecte des données. Nos remerciements s'adressent aussi aux femmes qui ont accepté de participer à la transformation des cossettes.

Tableau 2

Evolution des pertes en poids dues aux attaques par les insectes sur les cossettes en stockage (Poids initial : 5,5 kg).

Mois	Variété F100				Variété Mpelongji				
	En stock	Bas-Congo	Kasaï	Haut-Congo	Maindombe	Bas-Congo	Kasaï	Haut-Congo	Maindombe
1		5,0	4,8	5,3	5,5	5,2	5,0	5,2	5,0
2		4,9	4,5	5,0	5,0	4,8	4,0	5,0	5,0
3		4,6	1,0	4,8	5,0	4,6	4,0	4,9	4,8
4		3,7	0,3	4,8	5,0	4,5	0,7	4,7	4,8
5		3,6	0	4,6	4,8	3,3	0,4	4,4	4,8
6		3,5	0	4,5	4,8	3,2	0,4	4,4	4,7

Références bibliographiques

- Jayne J.B., Almero E.M., Jardeleza M.C. A. & Salama L.A. 1982. A case control dietary study of primary liver cancer risk from aflatoxin exposure. *International Journal of Epidemiology*, 11 (2); 112-119.
- Mahungu, N.M. & Hahn S.K. 1982. Production and transformation of Cassava in Africa. In: *Roots and Tuber Production, Storage, Processing and Marketing in Africa*. B. Chinsman (Ed.) Proceedings of Regional Workshop. Dakar, Senegal. November, 22-24, pp. 127-140.
- Mahungu N.M., Yamaguchi Y., Almazan A.M. & Hahn S.K. 1987. Reduction of cyanide during processing of cassava into traditional African foods. *J. Food Agr.*: 1: 11-15.
- Pantenius C.U. 1988. Etat des pertes dans les systèmes de stockage du maïs au niveau des petits paysans de la région maritime du Togo. GTZ-Publication, Eschborn. 83 pp.
- Parker B.L. & Both R.H. 1979. Storage of cassava chips (*Manihot esculenta*): insect infestation and damage. *Experimental Agriculture*, 15: 145-151.
- PRONAM, 1994. Rapport annuel. Programme National Manioc. INERA-M'vuazi. République Démocratique du Congo. Inédit.

K. Tata-Hangy : Congolais, Ingénieur Agronome Technicien M. Phil en Entomologie. Chef de Section d'Entomologie au Programme National Manioc (PRONAM) à l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de Recherche de M'vuazi, République Démocratique du Congo.

D. Lutete : Congolais, Ingénieur Agronome, Assistant de Recherche, Chef de Section de Phytopathologie au PRONAM, INERA, Centre de Recherche de M'vuazi, République Démocratique du Congo.

Les performances de reproduction des ovins Massa en station à l'Extrême-Nord du Cameroun

Dalil Abba*

Keywords: Massa Sheep – Reproductive performance – Station – Far North Cameroon

Résumé

Des ovins de race Massa ont été introduits à la station de l'Institut de Recherches Zootechniques (IRZ) de Yagoua à partir de 1982. Une base de données sur quelques paramètres de reproduction de 1986 à 1989 a été reconstituée et analysée. 381 agneaux sont nés au terme de 262 agnelages de janvier 1986 à décembre 1989. Trois modes de naissance (simple, double et triple) ont été enregistrés. Le poids moyen à la naissance est de $1,93 \pm 0,42$ kg. Les agneaux mâles sont plus lourds que les femelles à la naissance ($1,94 \pm 0,41$ kg contre $1,92 \pm 0,42$ kg). Les agneaux issus des naissances simples sont plus lourds que ceux nés jumeaux ou triplés. Les agneaux nés des multipares sont significativement plus lourds que ceux nés des femelles primipares âgées au plus de 2 ans ($2,00 \pm 0,41$ kg contre $1,83 \pm 0,41$ kg). L'âge des brebis à l'agnelage et le mode de naissance ont significativement un effet sur le poids des agneaux à la naissance.

Summary

Massa sheep have been introduced to the Yagoua station of the Institute of Animal Research since 1982. A data set on some reproductive parameters from 1986 to 1989 has been constructed and analysed. 381 lambs born as singles, twins and triplets were recorded over that period. The overall average birthweight is 1.93 ± 0.42 kg and male lambs appear to be heavier than females (1.94 ± 0.41 kg vs 1.92 ± 0.42 kg). Single lambs are heavier at birth than twins and triplets. Lambs born to adult ewes are heavier than those born to ewe lambs (2.00 ± 0.41 kg vs 1.83 ± 0.41 kg). Age of dams at lambing and the type of birth have significant effects on the birthweight of the lambs.

Introduction

Les 2 provinces septentrionales du Cameroun (Nord et Extrême-Nord) sont situées dans la zone soudano-sahélienne où le climat et la végétation varient d'une région à une autre (Bénoué, Diamaré, Logone et Chari par exemple). L'élevage des petits ruminants y est très important et très apprécié pour des raisons socio-religieuses. Près de 58 % du cheptel ovin camerounais est élevé dans ces 2 provinces (11). En outre, les marchés des petits ruminants du Sud-Cameroun sont ravitaillés à partir de la zone soudano-sahélienne. Cependant, il y a très peu d'informations disponibles sur cet élevage dans l'Extrême-Nord, malgré son importance mentionnée ci-dessus. Des travaux récents (2, 3, 4) avec les races ovines Massa (Kirdi), Foulbé et Djallonké à la station de l'Institut de Recherches Zootechniques (IRZ) de Yagoua sont parmi les premiers. La race Massa apparaît la plus rustique et la plus prolifique des trois (4) et la présente étude a trait à la performance reproductive des ovins Massa dans les conditions de la station.

Matériel et méthodes

La station de l'IRZ de Yagoua est située dans la province de l'Extrême-Nord du Cameroun à une altitude

de 300 m, à la latitude $10^{\circ} 23'$ N et la longitude $15^{\circ} 16'$ E. On distingue nettement une grande saison sèche d'octobre à mai et une petite saison des pluies de juin à septembre; une moyenne annuelle de 800 mm de pluies est enregistrée. La température varie de $12,5^{\circ}\text{C}$ en janvier à 40°C en mars.

Trois races ovines Massa (Kirdi), Foulbé et Djallonké ont été introduites à la station de Yagoua à partir de 1982 dans le cadre de l'exécution du programme de recherche portant sur la collecte et d'identification des races locales. Le troupeau Foulbé a été acheté chez un éleveur à Bogo en juin 1982. Les animaux Massa ont été achetés par petits lots sur les marchés locaux dans les environs de Yagoua alors que le troupeau Djallonké avait été fourni par un seul éleveur à proximité de la ville de Maroua. Tous les animaux étaient identifiés dès leur arrivée à la station par des boucles auriculaires numérotées. Les trois troupeaux étaient répartis dans deux bergeries cloisonnées. Chaque troupeau était quotidiennement conduit au pâturage naturel par un berger de 7 h à 11 h et de 15 h à 17 h 30. La végétation de la station appartient au type de savane arbustive. Les animaux sont complétés seulement pendant la saison sèche avec des sous-produits agro-industriels tels que le tourteau de coton,

* Station de l'Institut de Recherches Zootechniques et Vétérinaires (IRZV). B.P. 77 Maroua. Cameroun.
Reçu le 02.04.96 et accepté pour publication le 18.02.97.

la farine basse de riz, la paille de riz et la fane d'arachide disponibles localement. Des fiches des données portant sur la pathologie, la reproduction, la pesée et la sélection ont été mises au point. La présente étude concerne la race Massa pour laquelle une base des données sur la reproduction notamment la date d'agnelage, l'identification de l'agneau, le sexe, le poids à la naissance, le mode de naissance (type de mise-bas), la mortalité et les avortements de 1986 à 1989 a été reconstituée et analysée.

Résultats et discussions

Au total 381 agneaux sont nés au terme de 262 agnelages de janvier 1986 à décembre 1989. Les modes de naissance (type de mise-bas) enregistrés sont simples, doubles et triplés. Un cas de quintuplés en 1986 et un de quadruplés en 1989 ont été constatés mais n'ont pas été pris en considération dans les analyses. L'existence des modes de naissance multiples dans cette étude est contraire aux observations faites au cours des tout premiers travaux effectués au Cameroun (15).

Il y a eu quelques fois des valeurs manquantes pour certains paramètres étudiés à savoir l'âge de la femelle à la mise-bas, le sexe des agneaux et le poids à la naissance. Globalement, la moyenne de poids à la naissance considérant les données des quatre années est de $1,93 \pm 0,42$ kg, mais elle varie d'une année à une autre. Les agneaux mâles sont plus lourds que les femelles à la naissance ($1,94 \pm 0,41$ kg contre $1,92 \pm 0,43$ kg) mais cette différence n'est pas significative et avait déjà été notée sur la même race à Yagoua (4). Cette observation a aussi été relevée de manière générale par plusieurs auteurs avec diverses races (1, 7, 8, 14). Les mâles auraient donc un avantage en gain de poids quotidien jusqu'à l'âge de trois mois (12). Les agneaux issus des naissances simples sont plus lourds que les triplés eux-mêmes plus lourds que les jumeaux. Le poids à la naissance ne varie pas avec le sexe pour le mode de naissance simple. En revanche les mâles sont plus lourds que les femelles chez les jumeaux alors que le contraire est observé chez les triplés. Le tableau 1 présente le poids à la naissance en rapport avec le mode de naissance. Les brebis-mères ont été réparties en 2 classes : les primipares âgées de 2 ans au maximum et les multipares âgées de plus de 2 ans jusqu'à 9 ans. Les

agneaux des multipares sont significativement plus lourds à la naissance que les jeunes nés des primipares ($2,0 \pm 0,41$ kg contre $1,83 \pm 0,41$ kg).

La mortalité périnatale des agneaux jusqu'à 2 mois d'âge a été examinée. Le taux de mortalité pendant les quatre années était de 24,93 %. De tous les agneaux morts, 18 % ont péri le jour même de la naissance et 57 % au cours de la première semaine suivant la mise-bas. Ce chiffre est largement supérieur à celui relevé par d'autres chercheurs en matière de mortalité néonatale (5). La figure 1 présente la répartition de la mortalité sur une période de deux mois à compter du jour de la mise-bas. Les causes de la mortalité ne sont pas définies dans cette étude, néanmoins les agneaux survivants étaient plus lourds à la naissance que ceux qui sont morts ($1,95 \pm 0,42$ contre $1,76 \pm 0,47$ kg). Ces résultats confirment les conclusions de nombreux auteurs (9, 10, 12, 13).

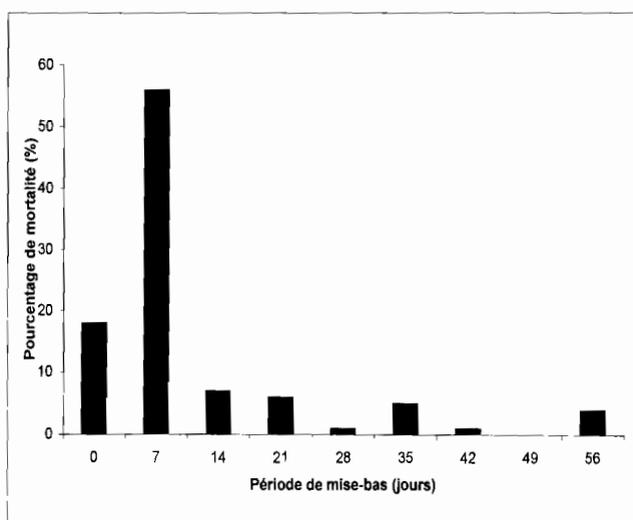


Figure 1. Répartition de la mortalité des agneaux jusqu'à deux mois après mise-bas.

Les taux d'avortement, de fertilité, de fécondité et de prolificité ont été calculés pour chaque année et récapitulés dans le tableau 2, ils varient d'une année à une autre. Ces chiffres sont nettement inférieurs à ceux déjà publiés (4). D'une part les avortements ne seraient pas systématiquement enregistrés dans la présente étude et d'autre part les observations ont été faites pendant plus longtemps (de 1986 à 1989).

Tableau 1

Différence de poids à la naissance des agneaux nés simples, jumeaux et triplés

Mode de naissance	Sexe	Moyenne
Simple	mâle	$2,05 \pm 0,04$
	femelle	$2,05 \pm 0,04$
Jumeaux	mâle	$1,85 \pm 0,05$
	femelle	$1,79 \pm 0,04$
Triplés	mâle	$1,89 \pm 0,10$
	femelle	$2,05 \pm 0,16$

Tableau 2

Taux d'avortement, de fertilité, de fécondité et de prolificité de 1986 à 1989 (%)

Année	Taux d'avort.	Taux de fertil.	Taux de fécond.	Taux de prolif.
1986	2	71	109	156
1987	10	90	130	145
1988	12	84	95	112
1989	1	98	140	142

La procédure de GLM (General Linear Models, SAS 1987) a été utilisée pour analyser les effets de l'année de mise-bas, de l'âge de la brebis à l'agnelage, du mode de naissance, du sexe de l'agneau et de l'interaction entre les 2 dernières variables sur le poids de l'agneau à la naissance. Seuls l'année de mise-bas, l'âge de brebis et le mode de naissance ont significativement des effets sur la variable dépendante, le tableau 3 indique les différentes sources de variation. Des résultats similaires ont été obtenus par d'autres chercheurs (4, 6).

Tableau 3
Facteurs affectant la variation du poids des agneaux à la mise-bas

Source variation	Degré liber.	Somme Carrés	Moyenne Carrés	Valeur de F	Pr > F
Année	3	1,71	0,57	3,53	0,01
Age brebis	2	4,85	2,42	15,17	0,00
Mode naiss.	2	8,30	2,07	12,98	0,00
Sexe	1	0,05	0,05	0,36	0,55
Modex Sexe	2	0,38	0,12	0,81	0,48

Conclusions

Plusieurs auteurs confirment la rusticité des ovins Massa en station (4, 6), des études en milieu paysan sont aussi en cours dans le cadre d'un projet de

coopération entre le CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, France) d'une part et les Instituts de recherche agricole du Cameroun (Institut de Recherche Agronomique et Institut de Recherches Zootechniques et Vétérinaires) d'autre part. Le poids à la naissance autour de 2 kg, la petite taille de l'animal adulte et la couleur généralement noire de la robe sont des désavantages pour cette race. Les agneaux les plus légers à la naissance sont plus exposés à la mort, il faudra donc éviter la mise en reproduction précoce des agnelles même si elles ont les potentialités voulues. Pour parvenir à vulgariser la race Massa hors de son environnement habituel (le long des fleuves Logone et Chari), il faudra désormais orienter les travaux de recherche vers l'amélioration génétique par sélection et croisement avec d'autres races (Djallonké, Foulbé et Oudah).

Remerciements

Ces travaux ont été financés avec les crédits de fonctionnement ordinaires de la station IRZ de Yaoundé alloués par l'Etat camerounais. L'auteur remercie tout le personnel de la station qui a contribué à la réalisation de ces travaux et plus particulièrement les cadres et agents techniques du programme « petits ruminants ». Il remercie aussi le Dr. Assongwed David de la Direction de l'IRZV à Yaoundé pour l'analyse statistique des données.

Références bibliographiques

- Alexander, G., 1974. Birthweight of lambs: influences and consequences. In *Size at Birth* (K. Elliott and J. Knight, Eds), pp. 215-245. Amsterdam, Elsevier.
- Bardoux, P., 1986. Les petits ruminants dans la province de l'Extrême-Nord du Cameroun : enquête zootechnique. IRZ/IEMVT, Yaoundé.
- Bosch, F., 1985. Rapport annuel d'activités. Station de recherches zootechniques de Yaoundé (Cameroun). (70 pages).
- Deciry, A., 1987. Contribution à l'étude des paramètres zootechniques des races ovines Massa, Foulbé et Djallonké dans l'Extrême-Nord du Cameroun. Thèse pour le Doctorat vétérinaire. Faculté de Médecine de Créteil. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- Earles, F.A., Smail, J. & Gilmour, J.S., 1983. Neonatal mortality of lambs and its causes. In *sheep Production*. (Ed. Haresign, W.). pp. 289-298. Butterworths, London.
- Ebangi, A.L., Mbah, D.A. & Ngo-Tama A.C., 1995. The impact of genetic and environmental factors on birth weight and reproductive traits of Foulbe (Peulh) sheep in the sudano-sahelian zone of Cameroon. Accepted.
- Everitt, G.C., 1964. Maternal undernutrition and retarded foetal development in Merino sheep. *Nature*. London 201, 1341-1342.
- Hunter, G.L., 1957. The maternal influence on size in sheep. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge 48: 36-60.
- McMillan, W.H., 1983. Hogget lamb mortality. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 43: 33-36.
- McMillan, W.H. & McDonald, M.F., 1983. Reproduction in ewe lambs and its effect on 2-year old performance. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 26: 437-442.
- Njoya, A., Ngo Tama, A. C. & Bouchel, D., 1993. Note de présentation du suivi zootechnique des élevages en milieu paysan du Nord et de l'Extrême-Nord du Cameroun. Atelier d'échange et de formation PGII. Maroua-Garoua.
- Quirke, J.F., 1979. Effect of body weight on the attainment of puberty and reproductive performance of Galway and Fingalway female lambs. *Animal Production* 28: 297-307
- Robelin, J., Yseult, V. & Etienne, M., 1984. Croissance et développement corporel au cours de la période périnatale. In *Physiologie et pathologie périnatales chez les animaux de ferme*, (Ed. Institut National de Recherches Agronomiques), pp. 109. Jarrige Red, Paris, France.
- Robinson, J.J., 1977. The influence of maternal nutrition on ovine foetal growth. *Proceedings of the Nutrition Society* 36: 9-16.
- Vallerand, F. & Branckaert, R., 1975. La race ovine Djallonké au Cameroun : potentialités zootechniques, conditions d'élevage, avenir. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 28 (4) : 523-545.

Abba Dalil, Camerounais, Ir. agronome, Ph. D. en agriculture de l'Université de Londres. Chargé de recherche, Chef de la station IRZV de Maroua au Cameroun.

Caractéristiques de la pisciculture dans la zone forestière du Centre Cameroun

J.P. Hirigoyen¹, Y. Manjeli² & G.C. Mouncharou³

Keywords: Fish – Socio-economic factors – Cameroon

Résumé

Une enquête a été menée entre juillet 1991 et septembre 1992 à l'aide d'un questionnaire et d'interviews auprès de 62 pisciculteurs de la région forestière du Centre Cameroun.

Les pisciculteurs, tous chrétiens et de sexe masculin (95 %), sont en majorité des agriculteurs (77 %), âgés de plus de 30 ans. Ils sont mariés (93 %), de régime monogamique (61 %) ou polygamique (33 %) et ont en moyenne 14 enfants par ménage. Le taux d'alphabétisation (87 %) est élevé. La plupart des pisciculteurs n'ont pas été professionnellement formés (92 %).

Les caractéristiques techniques des étangs sont satisfaisantes et les infrastructures d'élevage constituées en majorité d'étangs de barrage (retenues d'eau).

*Les poissons sont nourris soit aux sous-produits agricoles (92 %), soit avec des sous-produits agro-industriels (8 %). L'espèce la plus élevée est le tilapia *Oreochromis niloticus* (89 %) selon un cycle d'élevage très variable (6 mois à 5 ans). La main-d'œuvre, surtout familiale, emploie un équipement non spécialisé pour la récolte (85 %). Cette récolte non contrôlée est destinée essentiellement à l'autoconsommation ou aux dons (83 %).*

Les principales contraintes selon les pisciculteurs et les encadreurs sont les manques d'appui technique et d'alevins. Les principales raisons d'abandon pour les pisciculteurs non-actifs, sont soit la rupture des digues, soit le braconnage. Ces raisons apparaissent insuffisantes, d'autant que le manque de moyens n'était pas évoqué par ces derniers et confirment que la cause réelle d'adoption de l'activité relevait plus de la recherche d'un prestige, aujourd'hui éteint, que de la nécessité économique ou alimentaire.

Summary

A survey and interviews of 62 fish farmers from the forestry zone of Centre Cameroon were undertaken between July 1991 and September 1992.

Fish breeders, all christians and males (95%), were farmers (77%), and more than 30 years old. They were all married (93%), with 61% monogamous and 33% polygamous, with an average of 14 children per family. Illiteracy rate was low (13%). Most of the fish farmers were not professionally trained (92%).

*Technical characteristics of ponds were satisfactory, and most of them were dam ponds. The fishes were fed with agro-by-products (92%), and agro-industrial by-products. The main species in culture was *Oreochromis niloticus* (89%). Breeding cycle varied from 6 months to 5 years. The labour was mainly family, using non specialized equipments (85%) for harvesting. The product harvested, not controlled, was consumed or used as gifts (83%).*

The main constraints for fish farmers and technicians were the lack of technical assistance and fingerlings. Dam's collapse and poaching were the main reasons for the abandon of fish farming. These reasons seemed not satisfactory because lack of financial means was not raised, suggesting that social prestige, now lacking, was the main reason for the adoption of fish breeding by the farmers, instead of economic and supply reasons.

Introduction

Au Cameroun, les productions nationales de la pêche en 1993 s'élevaient à 53.536 tonnes (2, 3, 5, 6) réparties ainsi :

- Pêche artisanale maritime : 17.448 tonnes (32,53 %)
- Pêche industrielle maritime : 8.349 tonnes (15,57 %)
- Pêche continentale : 27.742 tonnes (51,73 %)
- Pisciculture : 93 tonnes (0,17 %).

Ces productions et les importations suffisaient jusqu'à présent à couvrir les besoins en ressources halieutiques. La dévaluation du franc CFA qui pénalise considérablement les importations de poissons devrait favoriser, du moins peut-on l'espérer, le développement d'une production aquacole locale. Malheureusement, les potentialités de cet élevage restent mal connues, or leur connaissance est nécessaire pour mieux défi-

¹ Département de Foresterie, Université de Dschang, BP 222 Dschang, Cameroun.

² Département de Zootechnie, Université de Dschang, BP 222, Dschang, Cameroun.

³ Ministère de l'Environnement et des Forêts, Yaoundé (Cameroun).

Reçu le 09.01.96 et accepté pour publication le 18.03.97.

nir et orienter les actions d'amélioration pouvant être envisagées.

Les objectifs de cette étude ont été de :

- fournir des informations sur les bases de l'élevage piscicole;
- identifier les freins au développement de la pisciculture;
- proposer des solutions à la promotion de l'activité piscicole.

Le choix a porté sur la zone forestière, dont la Province du Centre accuse le nombre le plus élevé d'étangs abandonnés (6), ce qui apportera une contribution supplémentaire aux travaux de Nji (7). L'enquête a été orientée sur le Département le plus accessible de la province du Centre, le Département de la Mefou. Les paramètres étudiés sont les facteurs socio-économiques des pisciculteurs et les caractéristiques techniques des élevages.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

Le Département de la Mefou est situé dans la zone guinéenne (11°50' N - 3°28' E). L'altitude varie de 600 à 700 mètres. Le climat de type équatorial se caractérise par quatre saisons, deux saisons des pluies et deux saisons sèches. Les précipitations annuelles moyennes avoisinent 1.700 mm. La température moyenne est de 23,5 °C comprise entre un minimum de 16 °C et un maximum de 33 °C. L'hygrométrie relative est élevée (99,6%). La végétation naturelle est la forêt, dense dans le Sud de la zone, et défrichée dans le Nord où la savane commence à apparaître.

Les sols sont de type ferralitique cuirassé, à concrétions ferrugineuses.

Le relief peu accidenté et les caractéristiques pédo-climatiques sont favorables à la pisciculture en étang, d'autant que le réseau hydrographique présente un grand nombre de cours d'eau permanents (Mefou, Nyong, Akono, etc.).

L'humidité associée à la chaleur, et surtout la trypanosomiase constituent des contraintes majeures à l'élevage du gros bétail.

Le Département comprend 157.000 habitants, soit 33 habitants/km² (1). L'abondance des associations villageoises (Association des Pisciculteurs du Cameroun, Centre d'Education d'Actions communautaires,...) facilite l'encadrement d'une population d'origine alimentaire commune qui intègre largement le poisson dans son régime alimentaire avec une consommation, déterminée en 1992, de 12,8 kg/habitant/an (3). L'existence et l'abondance des infrastructures routières (250 km de voies bitumées) et ferroviaires (100 km) peuvent assurer la pérennité de la disponibilité des sous-produits agro-industriels et des matériaux utilisés en pisciculture et aussi garantir les facilités d'écoulement des poissons produits vers Yaoundé, agglomération de près d'un million d'habitants, où une multitude d'organismes et de services travaillent de façon directe ou indirecte à la pro-

motion de l'activité piscicole (FAO, PNUD, BIT, Crédit agricole, Peace Corp, MINEPIA...).

Collecte des données

L'étude a été menée à partir d'enquêtes structurées et semi-structurées effectuées auprès des pisciculteurs et d'entretiens avec les responsables des services, organismes, et associations s'intéressant à la pisciculture.

Soixante-deux pisciculteurs choisis au hasard dans les huit arrondissements du Département de la Mefou ont été interrogés, dont :

- 50 % de pisciculteurs actifs (38 pisciculteurs);
- 30 % de pisciculteurs inactifs (24 anciens pisciculteurs);

La collecte des données a eu lieu entre juillet 1991 et septembre 1992, avant le nouveau découpage administratif en deux nouveaux Départements.

Résultats et discussion

Caractéristiques socio-économiques des pisciculteurs

Ces caractéristiques sont données dans le tableau 1.

Tableau 1
Caractéristiques socio-économiques des pisciculteurs de la zone forestière du Centre Cameroun

Paramètres	Caractéristiques	Fréquences
Age	30 à 49 ans	46,8
	50 ans et plus	43,2
Sexe	Hommes	95,0
	Femmes	5,0
Religion	Catholiques	98,4
	Protestants	1,6
Situation matrimoniale	Monogames	60,7
	Polygames	32,7
	Veufs	3,2
	Divorcés	1,6
	Célibataires	1,8
Nombre d'enfants	De 2 à 9	40,0
	10 et plus	60,0
Niveau de scolarisation	Illettrés	12,9
	Primaire	40,5
	Secondaire	43,5
	Universitaire	2,9
Occupation principale	Agriculteurs	77,4
	Salariés actifs	16,2
	Salariés retraités	4,8
	Divers	1,6
Raisons d'adoption de la pisciculture*	Sociales	88,0
	Techniques	25,8
	Curiosité	17,7
	Economiques	3,2
Formation à la pisciculture	Pas de formation	92,0
	Formation	8,0

* L'enquête pouvait donner plusieurs réponses.

L'âge moyen des pisciculteurs avoisine les 50 ans, ce qui s'explique car le groupe cible de la sensibilisation, au lendemain de l'indépendance, était âgé d'une vingtaine d'années. Les pisciculteurs interrogés sont des adultes installés au village et donc des propriétaires terriens.

Les pisciculteurs sont en majorité des hommes, la coutume imposant encore que la place de la femme soit au foyer. Les rares femmes qui pratiquent cette activité le font, soit par suite d'héritage à la mort de l'époux, soit par suite du partage des biens consécutif au divorce en résidence matrilocale.

Tous les pisciculteurs sont des chrétiens et il ne semble donc pas qu'il existe ici d'interdits traditionnels relatifs à la consommation du poisson ou de certaines espèces de poissons (4).

Il a été observé que 93 % des pisciculteurs sont mariés, 60,7 % sont monogames contre 32,7 % de polygames, ce qui est en contradiction avec les informations relatives à la religion, mais s'explique par l'imbrication étroite des croyances traditionnelles avec la religion affichée.

Le nombre d'enfants, généralement élevé, est un corollaire du régime polygamique et ils peuvent servir de main-d'œuvre pour les travaux piscicoles.

Le taux d'alphabétisation atteint 87 %, ce qui est très élevé pour la zone. Cette caractéristique peut avoir une influence positive sur l'acceptation de nouvelles techniques piscicoles.

Les agriculteurs, avec 77 %, représentent le pourcentage le plus élevé de pisciculteurs, suivis par les salariés en activité, 16,2 %, ou en retraite, 4,8 %, et enfin par les commerçants, 1,6 %.

La pisciculture est donc praticable par toutes les couches sociales et peut être perçue comme une source potentielle de revenus complémentaires. Il est souhaitable qu'une étude plus approfondie soit effectuée pour déterminer le montant réel des revenus piscicoles car les pisciculteurs ont montré beaucoup de réserve sur ce sujet.

La promotion de cette activité auprès de groupes d'utilisateurs aux revenus aussi variés devra tenir compte, d'une part du côté aléatoire des ressources des acteurs les plus nombreux, les agriculteurs, et, d'autre part, de celles des salariés ou des commerçants, relativement plus élevées.

Quatre raisons étaient invoquées pour expliquer l'adoption de cette nouvelle activité.

Les raisons sociales étaient avancées par 88 % des interrogés dans la prise de décision de construction d'un étang : si les besoins alimentaires étaient signalés par 20 % de ceux-ci, l'acceptation de l'innovation était surtout déterminée à 80 % par le prestige qu'ils en tiraient auprès de la communauté. Accepter l'innovation les amenait à côtoyer des « experts » étrangers; leur exploitation devenait un site de démonstration et constituait un lieu de rassemblement pour d'autres paysans pour qui le nouveau pisciculteur devenait un maître. La même

observation a été effectuée par Nji (7) et Satia (8) chez les pisciculteurs des Provinces de l'Ouest et du Nord-Est.

Ce résultat est surprenant lorsque l'on se souvient que le message principal des vulgarisateurs visait en priorité la nécessité de mieux couvrir les besoins alimentaires des familles des paysans.

Les raisons techniques (disponibilité de terrains, construction facile des étangs, disponibilité des moniteurs), la curiosité et les raisons économiques (source complémentaire de revenus), suivaient avec 25,8 %, 17,7 % et 3,2 % des interrogés respectivement.

La majorité des pisciculteurs interrogés (92 %), n'a suivi aucune formation professionnelle des techniques piscicoles. Seulement 8 % ont acquis cette formation, soit à la station aquacole de Melen (Yaoundé), soit au Centre de Formation Vétérinaire et Zootechnique de Fouban, ou encore au Service Civique National de Participation au Développement à Obala.

Techniques d'exploitation piscicole dans la zone forestière

Caractéristiques des étangs

Le choix de l'emplacement de l'étang a été fixé par un encadreur ou un autre professionnel dans 60 % des cas, le pisciculteur ne déterminant cet emplacement que dans 40 % des cas, ce qui confirme l'influence prépondérante des vulgarisateurs pendant la phase d'introduction de l'activité.

Trois types d'étangs sont en cours d'exploitation dans la zone : 84,6 % sont des étangs de barrage (retenues d'eau ou lacs artificiels ou plan d'eau ou réservoir de collection d'eau).

6,2 % sont des étangs en dérivation, et 9,2 % sont en réalité des lacs naturels plus ou moins aménagés pour la pisciculture. En cette zone forestière, les fonctions pastorales et agricoles (irrigation) des retenues d'eau ne semblent pas se justifier à cause des conditions hydrologiques assez favorables. Par ailleurs la production d'électricité sur ce plateau n'a jamais été visée lors de la construction des retenues d'eau car la chute d'eau serait insuffisante. Par conséquent, le rôle principal des retenues d'eau serait celui de la production piscicole.

Les infrastructures les plus répandues (retenues d'eau et lac aménagé), sont des installations difficiles à contrôler, notamment par l'impossibilité de vidange totale. Les pisciculteurs n'exploitant qu'un seul étang, ceci limite encore plus les possibilités d'évolution de la technique de pisciculture.

Il ressort du tableau 2 que les paramètres tels que la longueur, la largeur, la profondeur, la superficie moyenne, le pH et la conductivité paraissent acceptables pour une bonne pisciculture familiale en étang.

La superficie maximale observée de 80 hectares, correspond à celle d'un lac aménagé, et n'a pas été prise en compte dans nos calculs.

Les étangs situés en moyenne à 500 mètres des habitations ne jouxtent pas les concessions, ce qui représente une contrainte de déplacement lourde pour les personnes chargées de l'exploitation de l'étang et facilite un braconnage intensif.

Tableau 2
Caractéristiques des étangs de pisciculture dans la zone forestière du Centre Cameroun

Paramètres	Minimum	Maximum	Moyenne
Longueur (m)	25,0	400,0	67,0
Largeur (m)	10,0	200,0	20,0
Profondeur (m)	0,7	2,5	1,8
Superficie (m ²)	250	80.000	1.340
pH	6,2	7,3	7,0
Conductiv. (µS)	20,6	30,6	26,0
Eloignement des concessions (m)	100	2.000	500

Caractéristiques des élevages

Il est intéressant de noter que la majorité des pisciculteurs reconnaissent l'importance d'une complémentarité alimentaire des étangs, même si 3,2 % d'entre eux ne les fertilisent qu'au lisier de porc. Cependant, l'aliment fourni est constitué de sous-produits agricoles (92 %) et agro-industriels (8 %) dont les quantités distribuées ne sont pas déterminées.

L'espèce la plus élevée est le tilapia *Oreochromis niloticus*, dans près de 89 % des cas; il s'agit d'une espèce facile à produire et disponible auprès des services de vulgarisation, contrairement aux trois autres espèces, qui demandent soit une reproduction contrôlée en éclosion (*Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio*), soit un type d'étang particulier (*Heterotis niloticus*). Cependant, les pisciculteurs ont une mauvaise appréciation du tilapia qui leur avait été proposé car ils jugent sa croissance trop lente.

La durée du cycle de vidange montre que les méthodes d'élevage moderne ne sont pas pratiquées, les pisciculteurs effectuant les vidanges au gré de leurs besoins (6 mois à 5 ans). De plus, ils semblent ignorer totalement le poids moyen des poissons qu'ils récoltent, ce qui est normal, le poids étant fonction de la durée de l'élevage.

La main-d'œuvre employée est le plus souvent familiale, et la main-d'œuvre salariée est rétribuée en nature. C'est pendant leurs moments de loisirs que les pisciculteurs pensent à l'étang, ce qui confirme que l'activité n'est que secondaire : ils ne consacrent à la pisciculture qu'un cinquième du temps alloué à l'agriculture, ce qui est insuffisant pour une activité si exigeante.

Le matériel de pêche, inadapté, est constitué dans 85 % des cas de matériel non spécialisé (paniers, lignes, seaux, machettes), ce qui rend la récolte particulièrement pénible, aléatoire et coûteuse par nécessité d'emploi d'une main-d'œuvre très nombreuse. Les filets et

Tableau 3
Exploitation des étangs de pisciculture dans la zone forestière du Centre Cameroun

Paramètres	Caractéristiques	%
Aliments distribués	Ss/P Agricoles et Ménagers	92,0
	Ss/P Ménagers + Drèche	4,8
	Drèche + Lisier de porc	3,2
Espèces élevées	<i>Oreochromis niloticus</i> (tilapia)	88,8
	<i>Clarias gariepinus</i> (silure)	4,8
	<i>Heterotis niloticus</i> (kanga)	3,2
	<i>Cyprinus carpio</i> (carpe européenne)	3,2
Durée du cycle d'élevage	6 mois	25,0
	2 ans	60,0
	5 ans	15,0
Main-d'œuvre	Epouse(s)	75,0
	Enfants	75,0
	Pisciculteur	67,3
	Salariée	20,4
Matériel de pêche	Non spécialisé	85,0
	Professionnel	15,0
Destination de la récolte	Consommation ou don	83,0
	Commercialisation	17,0

épuisettes, plus efficaces, sont l'apanage des pisciculteurs les mieux nantis.

Dans la zone, 83 % des pisciculteurs consomment le poisson ou le partagent avec leur main-d'œuvre occasionnelle. Il n'y a que 17 % des pisciculteurs qui commercialisent leur production et en attendent donc un revenu complémentaire. Dans cette région, où la viande devient rare, cette consommation est justifiée. Bien que la viande de bœuf soit appréciée, l'élevage en est limité à cause de la trypanosomiase; le surenchérissement ne place plus ce produit à la portée de toutes les bourses. Le gibier se raréfie, à cause du défrichement des forêts. Les petits ruminants et volailles, dont l'élevage n'est pas rationnel, sont surtout abattus à l'occasion des grandes fêtes familiales. Les autres sources de protéines animales (poissons pêchés dans les marigots, termites, chenilles, larves de coléoptères de palmier, serpents...) sont saisonnières et négligeables.

Freins au développement de la pisciculture

Les avis des différents acteurs, qu'il s'agisse des pisciculteurs actifs ou inactifs et des vulgarisateurs, sur les contraintes au développement de l'activité sont présentés au tableau 4.

Selon les trois catégories interrogées, le manque d'appui technique sur le terrain et le manque d'alevins sont les principales contraintes au développement de la pisciculture dans la région.

Curieusement, le manque de moyens avancé par les pisciculteurs actifs et les encadreurs ne l'a pas été par les pisciculteurs inactifs. La rupture de digue et le braconnage présentés comme causes d'abandon par ces pisciculteurs inactifs ne nous paraissent pas convain-

Tableau 4
Contraintes au développement de la pisciculture
dans la zone forestière du Centre Cameroun.

Contraintes	Pisciculteurs		Encadreurs (%)
	Actifs (%)	Inactifs (%)	
Manque d'appui technique	27,0	23,1	15,0
Manque d'alevins	26,3	26,9	55,0
Manque de moyens	22,4	–	30,0
Rupture de digue	–	20,5	–
Effort physique	8,3	2,6	–
Jalousie - mysticisme	6,4	15,3	–
Activité non rentable	5,7	1,3	–
Age/mort propriétaire	3,9	2,6	–
Braconnage	–	7,7	–

cantes, et confirment plutôt que la recherche du prestige social, actuellement disparu, était la motivation véritable à l'adoption de l'activité par ces acteurs.

Le manque d'appui technique et de moyens est surprenant, compte-tenu de la présence de nombreuses structures d'encadrement technique ou financier dans la région (MINEPIA, MINAGRI, FAO, PNUD, Corps de la Paix, etc.); les encadreurs évoquent peut-être le manque de moyens logistiques nécessaires pour l'exécution de leurs activités et les pisciculteurs se plaignent plutôt des conditions complexes et draconiennes d'obtention de crédits pour la pisciculture.

La production d'alevins a été ralentie ou abandonnée dans les Centres Piscicoles qui sont confrontés au problème de l'absentéisme régulier d'agents vieillissants dont les salaires ne sont versés que de manière très aléatoire.

La faible rentabilité de l'exploitation piscicole s'explique, puisque l'essentiel de la production est consommée, et l'activité n'est qu'accessoire par rapport aux occupations principales.

Les croyances traditionnelles qui reconnaissent la pratique de la sorcellerie dans la région peuvent expliquer les facteurs mystiques évoqués comme frein au développement de l'activité.

Conclusion et recommandations

L'analyse des facteurs socio-économiques et techniques de la pisciculture dans la Mefou laisse apparaître que :

- les pisciculteurs, chrétiens, sont en majorité des agriculteurs âgés, mariés, avec un nombre élevé d'enfants, et au taux d'alphabétisation élevé. Ce sont

donc des propriétaires terriens, sans interdit religieux pour la consommation du poisson, disposant d'une main-d'œuvre abondante, et ouverts aux innovations. Même si la plupart des acteurs n'ont pas été spécialement formés en pisciculture, l'existence de plusieurs structures d'encadrement peut contribuer au développement de cette activité;

- les caractéristiques des étangs sont satisfaisantes. Cependant, les infrastructures d'élevage, en majorité constituées d'étangs de barrage, ne sont pas favorables à la mise en œuvre de méthodes performantes de production;
- il est satisfaisant de constater que les pisciculteurs reconnaissent la nécessité de nourrir les poissons : les sous-produits agricoles distribués sont peu valorisants mais servent surtout à la fertilisation complémentaire des étangs, et l'utilisation des sous-produits agro-industriels, encore très peu pratiquée dans le système alimentaire, doit être encouragée dans la mesure du possible;
- les espèces élevées, dont les performances sont actuellement mal estimées, sont celles que l'on rencontre habituellement en Afrique, à l'exception de la carpe commune européenne. La durée des cycles d'élevage est mal maîtrisée. La main-d'œuvre familiale est assez abondante, alors que le matériel de pêche est non spécialisé. Après la récolte le poisson est destiné essentiellement à la consommation ou aux dons;
- les principaux freins au développement de cette activité sont, par ordre d'importance : le manque d'appui technique, le manque d'alevins, le manque de moyens financiers, le manque de fiabilité du barrage...

L'Etat, omniprésent, doit envisager de se dégager en grande partie des structures de production que sont les stations d'alevinage, afin de ne conserver la tutelle que de deux ou trois centres dont la pérennité de fonctionnement doit être assurée pour maintenir la qualité des souches multipliées par ailleurs. Il convient de régénérer les souches d'*Oreochromis niloticus* employées au Cameroun, en s'approvisionnant éventuellement à l'étranger.

Il paraît essentiel que, dans le cadre de sessions courtes de formation professionnelle, les pisciculteurs soient formés aux techniques nouvelles d'élevage.

Enfin, il serait nécessaire d'encourager les pisciculteurs dans l'élaboration de dossiers de prêts bancaires, par un allègement des conditions d'obtention de crédit.

Références bibliographiques

1. Demo, 1987. 2^{ème} Recensement général de la population et de l'habitat, MINPAT., Direction nationale du 2^{ème} R.G.P.H., Yaoundé, Cameroun, 23 pp.
2. FAO, 1987. Annuaire statistique des pêches. Produits des Pêches. 283 pp.
3. FAO, 1993. Plan de Développement des Pêches et de l'Aquaculture Cameroun F1 : TCP/CMR/0053. 13 pp.
4. Hiriogoyen J.P., 1985. Reproduction provoquée et alevinage du silure africain *Clarias gariepinus*. Méthodologie synthétique développée au Centre

- piscicole de Bouaké. Centre Piscicole IDESSA, Notes et techniques n° 3. 32 pp.
5. Ministère de la Coopération et du Développement, 1991. Pisciculture en Afrique Sub-saharienne. Situation et projets dans des pays francophones. Propositions d'action. 155 pp.
 6. Ministère de l'Élevage, des Pêches et des Industries Animales, 1987. Rapport annuel d'activités 1985/1986, Yaoundé, Cameroun. 78 pp.
 7. Nji A., 1989. Causes d'abandon de la pisciculture après son adoption et ses conséquences dans les départements de la Menoua (Province de l'Ouest), Mezam et Momo (Province du Nord-Ouest) au Cameroun. Département d'éducation rurale, Dschang, Cameroun, 43 pp.
 8. Satia B., 1988. Large scale reconnaissance survey of socio-economic conditions of fish farmers and aquaculture practices in the west and northwest provinces of Cameroon. Proc. Atelier sur la recherche aquacole en Afrique. 14-17 novembre 1988, Bouaké-Côte d'Ivoire.

J.P. Hirigoyen, Français, Biologiste des pêches, Département de Foresterie, Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

Y. Manjeli, Camerounais, Zootechnicien, Département de Zootechnie, Université de Dschang, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

G.C. Mouncharou, Camerounais, Ingénieur Forestier, Ministère de l'Environnement et des Forêts, Yaoundé, Cameroun.

Video

La minicría en el medio tropical forestal

Video – cassette realizado por BEDIM Asociación Internacional (*Boletín para la distribución e intercambio de información sobre la mini-cría*) con el apoyo financiero de la Comisión Europea, Dirección General de Desarrollo. Formato VHS. Disponible en PAL / SECAM / NTSC a elección, color, 52 minutos. Versión española. Precio: 4000 ptas + gastos de envío. Difusión: Presses Agronomiques de Gembloux, Passage des Déportés, 2, B-5030, Gembloux, Belgica.

Esta cinta de video, única en su género, va destinada a diferentes sectores y organismos de la administración, la enseñanza, la investigación, y la cooperación al desarrollo y tiene como objetivo informar y sensibilizar sobre la importancia que tiene la utilización de algunas especies no convencionales, a menudo ignoradas a pesar de su papel relevante en la alimentación y cultura de las poblaciones que las utilizan.

Rodada en formato de documental, el video ofrece un recorrido por nueve países diferentes de Africa, Asia y Oceano Indico, mostrando ejemplos de como la cría controlada de animales del bosque tropical o minicría, puede ir substituyendo progresivamente la caza o colecta intensiva, y generar ingresos o fuentes de proteína para el hombre o los animales domésticos. Este es el primer documento visual en video que se realiza sobre la minicría y es de esperar que no sea el último ya que el resultado es digno de elogio.

Destacan sobretudo la riqueza y variedad de imágenes sobre las instalaciones de cría y alimentación en cautividad, comercio, preparación culinaria y consumo tradicionales de un abundante número de animales. Tal diversidad impide que en ocasiones no se diferencien las especies en las cuales más se ha avanzado en el campo de su aprovechamiento racional, de aquellas que todavía estan en fases iniciales de experimentación.

Dentro de los pequeños mamíferos se tratan con detalle la rata de cañaveral (*Thryonomys swinderianus*), el cricetomo o rata gigante (*Cricetomys* spp.) y el tenrec (*Tenrec ecaudatus*).

Dentro de los reptiles y anfibios, se presta atención a la cría de ranas (*Rana* spp. y *Mantella* spp.), cocodrilos (*Cayman cocdrylus*) y camaleones.

Del mundo de los invertebrados aparece especialmente documentada la utilización sostenible de mariposas (*Papio* spp.; *Argena* spp.), caracoles gigantes africanos (*Achatina* spp.), lombrides de tierra (*Eudrillus eugeniae*) y más superficialmente termitas y larvas de palmera (*Rynchoforus* spp.).

La traducción de la versión original al español, en algunos casos literal, alberga algunos errores. No obstante, estos no afectan en modo alguno la comprensión general del mensaje transmitido, que puede interesar por igual a científicos, profesores, ministros, altos funcionarios o proveedores de fondos.

Queda claro que la minicría es ya una realidad en varios lugares del planeta. Es de esperar que los ejemplos de este documento puedan servir de modelo en otras áreas y para otros animales similares, y sirvan para incentivar más acciones de este tipo.

Dada la diversidad de especies salvajes que son objeto de utilización y cría, todas no han podido ser tratadas en esta obra, y hay que lamentar la ausencia de algunas especies importantes como el capibara (*Hydrochaerus hydrochaeris*), la iguana verde (*Iguana iguana*) o el cobaya (*Cavia porcellus*). Es de esperar que estas constituyan el contenido de una próxima entrega.

F. Jori,
18.11.97.

Field Plot Techniques for Black Sigatoka Evaluation in East African Highland Bananas

Josephine U. Okoro, R. Ortiz¹ & D. Vuylsteke

Keywords: *Mycosphaerella fijiensis* – *Musa* – Optimum plot size.

Summary

Number of plants per experimental unit and number of replications for the efficient and precise assessment of black sigatoka leaf spot disease caused by *Mycosphaerella fijiensis* in East African Highland bananas were determined. Two representative cultivars were used. Host response to black sigatoka infection was measured by recording the youngest leaf with necrotic spots. The number of plants per experimental unit was determined, using the methods of maximum curvature and comparison of variances, while the number of replications was estimated by Hatheway's method. The optimum experimental plot size was 3 plants (18 m²) for the beer banana cultivar 'Igitsiri', and 30 plants (180 m²) for the cooking banana cultivar 'Igisahira Gisanzwe', using the comparison of variances method. However, the optimum plot size was 15 plants (90 m²) for both cultivars using the method of maximum curvature. The latter statistical method was preferred because of the low precision of the estimates in the former method. Unreplicated trials with plots of 15 plants could be adequate to assess black sigatoka response in East African bananas if uniform disease pressure exists.

Résumé

Le nombre de pieds par unité expérimentale et celui des répétitions utilisés en vue d'une évaluation efficace et précise de l'incidence de la cercosporiose causée par *Mycosphaerella fijiensis* chez les bananes d'altitude en Afrique orientale, ont été déterminés. Deux cultivars représentatifs ont été utilisés. La réponse de la plante hôte à l'infection de la cercosporiose a été mesurée grâce à la notation de la plus jeune feuille présentant des taches nécrotiques. Le nombre de pieds par unité expérimentale a été déterminé selon la méthode de la courbure maximum et de comparaison des variances, tandis que le nombre des répétitions a été évalué suivant la méthode de Hatheway. La taille optimum des parcelles expérimentales était de 3 pieds (18 m²) pour la banane à bière "Igitsiri", 30 pieds (180 m²) pour le cultivar de banane à cuire "Igisahira Gisanzwe", conformément à la méthode des variances. Cependant, la taille optimum des parcelles était de 15 pieds (90 m²) pour tous les cultivars utilisant la méthode de la courbure maximum. Cette méthode statistique s'est avérée préférable à cause de la faiblesse de la précision des évaluations obtenues par la première méthode. Les essais avec 15 pieds et sans répétition pourraient être indiqués pour l'évaluation de la réponse à la cercosporiose chez les bananes d'altitude en Afrique orientale à condition qu'il existe une pression uniforme de cette maladie.

Introduction

Plantains and bananas (*Musa* spp.), important food crops and sources of revenue for smallholder farmers, differ according to their ecoregional distribution and specific characteristics (15, 18). The highest per capita consumption of *Musa* fruit worldwide occurs in East Africa where cooking and beer bananas predominate, Black sigatoka, a leaf spot disease caused by the fungus *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, is a major constraint to *Musa* production worldwide (8, 19).

To increase efficiency in evaluating germplasm for resistance to black sigatoka disease, an optimum number of plants must be sampled. In field trials, undesirable effects (experimental error) can be reduced by using either large plots (7) or greater number of repli-

cations (11). In plantain and banana trials, a high number of replications and large plots (i.e., many plants per experimental unit) are major constraints as each plant requires 6 m² in the field (14).

The main objective of this study was to determine the optimum number of plants per experimental unit and the adequate number of replications to efficiently assess black sigatoka in East African banana (*Musa* spp. AAA group) trials.

Material and methods

Two common cooking and beer banana cultivars of the highlands of East Africa ('Igisahira Gisanzwe' and

Plantain and Banana Improvement Program, International Institute of Tropical Agriculture, Oyo Road, P.M.B. 5320, Ibadan, Nigeria, West Africa.

¹ Corresponding author; current address: KVL, Dept. of Agricultural Sciences, 40 Thorvaldsensvej, DK-1871, Frederiksberg C, Copenhagen, Denmark.

Received on 06.11.95 and accepted for publication on 03.04.97.

'Igitsiri', respectively) were planted in August 1992 at the High Rainfall Station of the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) at Onne (4°51'N, 7°3'E), which is in the humid forest zone of southeastern Nigeria. Annual rainfall at Onne averages 2400 mm with a monomodal distribution from February through December.

Cultivars were evaluated in separate uniformity trials consisting of 10 rows of 12 plants each with a distance of 3 m between rows and 2 m within rows giving a land requirement of 6 m² plant⁻¹.

The assessment of host plant response to black sigatoka was done at flowering in July 1993 (mid rainy season). Methods for characterization of host response for black sigatoka were explained by Foure (3). The youngest leaf spotted (YLS) with a necrotic center was recorded on each plant (12), before flowering after which leaf production ceases. This method of assessment was used because YLS is highly correlated with the timing of disease development and other methods to assess host plant resistance to black sigatoka (1, 2). Also, YLS is highly heritable (9). Recording YLS also has the advantage of being a simple trait to score, requiring the surveyor to merely record the number of the youngest leaf, counting down from the first (top) unfurled leaf, to the first leaf that shows mature spots caused by black sigatoka. Black sigatoka became ubiquitous at Onne since late 1980s. Results obtained by Ortiz & Vuylsteke (10) confirmed this uniform widespread of black sigatoka at Onne in 1991-1992. Artificial inoculation was, therefore, not considered necessary for field screening.

The data were statistically analyzed following a hierarchical (i.e., nested) system of classification (13). Accordingly, this trial was divided into two blocks of 60 plants each. Each block was subdivided into two plots, which consisted of five rows with six plants each. The plot was further split into two subplots, comprising five rows with three plants each. Each subplot was then split into five sub-subplots of three plants each, and each sub-subplot was divided in three units of one plant each. This design resulted in experimental units of 60, 30, 15, 3, and 1.

The objective of our research was to evaluate the variability for assessment of host response to black sigatoka in relation to the number of plants per plot. Optimum number of plants per experimental unit was determined using the methods of maximum curvature (5) and comparison of variances (17), while number of replications was determined as explained by Hatheway (4). In field trials the interaction between plots should be considered. Plot size recommended by our experiment are for trials where experimental plots are surrounded by susceptible border rows to ensure uniform disease pressure.

Method of maximum curvature

The coefficients of variation (CV) were estimated from the data collected for experimental units, consisting of different number of plants. The number of plants per

experimental unit was plotted against the CV obtained in each experimental unit. The optimum number of plants per experimental unit, which corresponds to the point of maximum inflection, was visually located on the curve (6).

Comparison of variances method

The variance of YLS per experimental unit, consisting of different number of plants (1, 3, 15, 30, and 60 plants per plot), was estimated. Tests of homogeneity of variances were performed, excluding in each test the smaller experimental unit whose variance was significantly different from the largest experimental unit. The test was continued until the experimental units were homogeneous or had statistically similar variances. The optimum number of plants per experimental unit was then considered to be that of the smallest experimental unit among those experimental units with similar variances (17).

Number of replications and index of environmental variability

True mean differences (d), were detected using the following equation: $d = \{[2\{t_1 + t_2\}^2 C_x^2 / r x^b]\}^{(1/2)}$ (4), where t_1 is the critical Student's value for a significance level of 0.05 (type I error); t_2 is the tabulated value of t corresponding to $2(1-P) = 0.20$ where P is the probability of obtaining a significant result at the 90% level (power with $1-P$ being the type II error); C_x is the plot size coefficient of variation used in the estimation; r is the number of replications; x is the plot size (in number of plants); and b is the index of environmental variability. The number of replications to detect true mean differences was calculated assuming experiments in which 25 entries were tested with a CV equal to 0.045 (= 4.5%). This was the average CV for experimental units of 15 plants.

The coefficient of environmental variability, b , was estimated by solving the relationship $V_x = V_1 / X_1^b$, where V_x is the variance, calculated on a per experimental unit basis, of the youngest leaf spotted per unit area among experimental units of X plants, and V_1 is the variance among experimental units consisting of single plants [modified from Smith, (12)]. Thus, $b = [(\log V_1 - \log V_x) / \log X_1]$. In a vegetatively propagated crop such as banana, b is largely a function of the effect of black sigatoka due to fungal dispersal, other pathogens and pests, and soil fertility, in an uniformly designed trial.

Results and discussion

There were significant differences between rows within subplots ($P < 0.05$) for the two cultivars (Table 1) and between plots in the same block for cultivar 'Igitsiri'. The other sources of variation were not significant in the hierarchical analysis of variance. However, the significant variation of a specific source was always relative to the subsequent mean square error (Table 1), which may mask significant variation. Hence, interpretations regarding the variation in uniformity trials of host response to black sigatoka in East African banana

Table 1
Hierarchical analysis of variance of black sigatoka disease caused by *Mycosphaerella fijiensis*, as measured by the youngest leaf spotted, in East African banana uniformity trials.

Source of variation	Degrees of freedom	Expected mean squares	Mean square	
			Igitsiri	Igisahira Gisanzwe
Blocks (b)	1	$\sigma^2 + n\sigma^2_R + nr\sigma^2_s + nr\sigma^2_p + nrsp\sigma^2_B$	2.13	0.41
Plots (p) within blocks	2	$\sigma^2 + n\sigma^2_R + nr\sigma^2_s + nr\sigma^2_p$	5.23 ^a	0.21
Subplots (s) within plots	4	$\sigma^2 + n\sigma^2_R + nr\sigma^2_s$	0.38	0.64
Row (r) within subplots	32	$\sigma^2 + n\sigma^2_R$	1.38*	0.99*
Plants (n) within rows	80	σ^2	0.79	0.57

^a An asterisk indicates significant at the 0.05 probability level.

cultivars, based solely on this hierarchical analysis of variance, should be taken with caution.

Method of maximum curvature

The coefficients of variation, which were estimated for experimental units comprising different number of plants, generally decreased as the number of plants per experimental unit increased (Table 2). The optimum experimental unit consisted of 15 plants (90 m²),

response to black sigatoka with highland bananas considerably less susceptible than plantains.

Comparison of variance method

The variance estimates for the youngest leaf spotted for experimental units of different sizes and for each clone also indicate a decrease in variance with increase in number of plants per experimental unit, i.e., the larger the number of plants per experimental unit the smaller the variance. The variance for experimental units of 30 and 60 plants were not significantly different for the cultivar 'Igisahira Gisanzwe' while the variances for experimental units of 3, 15, 30, and 60 plants were statistically similar for the cultivar 'Igitsiri' using Bartlett's test of homogeneity of variances (Table 3).

Table 2
Number of plants, mean, standard error and coefficient of variation for the youngest leaf spotted by *Mycosphaerella fijiensis* in East African banana trials.

Number of plants	Mean		SE ±		CV (%)	
	Igisahira	Igitsiri	Igisahira	Igitsiri	Igisahira	Igitsiri
1	6.34	6.07	0.82	1.01	13.0	16.6
3	6.35	6.06	0.55	0.71	8.7	11.7
15	6.34	6.07	0.18	0.37	2.8	6.1
30	6.34	6.07	0.10	0.38	1.6	6.3
60	6.34	6.07	0.08	0.19	1.3	3.1

as indicated by the point of inflection in Fig. 1. Ortiz & Vuylsteke (10) reported that 4 to 5 plants per experimental unit were enough to determine significant differences in plantains. Perhaps the plants needed to show significant differences in that study were so few because of the difference in the genetic constitution of plantains (*Musa* spp. AAB) and East African Highland bananas (*Musa* spp. AAA) and the difference in their

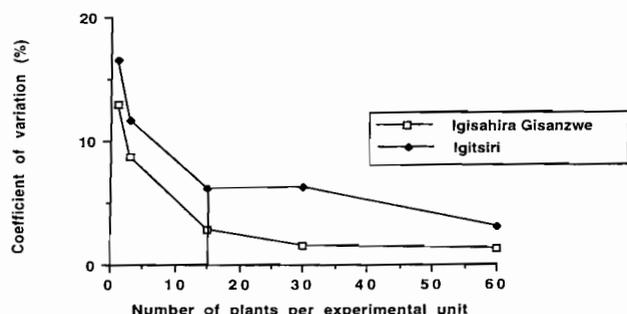


Figure 1. Coefficients of variation for the youngest leaf spotted due to black sigatoka caused by *Mycosphaerella fijiensis* in two East African banana trials plotted against number of plants per experimental unit. Line perpendicular to X axis indicates optimum plot size for both cultivars.

Table 3
Variance estimates of black sigatoka response (*Mycosphaerella fijiensis*), as measured by the youngest leaf spotted, in 'Igisahira Gisanzwe' and 'Igitsiri' of plots with different number of plants.

Estimates of Variance		
Plot size	'Igisahira Gisanzwe'	'Igitsiri'
1	0.681 a	1.021 a
3	0.304 b	0.486 b
15	0.032 c	0.134 b
30	0.009 d	0.142 b
60	0.007 d	0.036 b

Variances followed by the same letter are not statistically different at the 5% probability level according to Bartlett's test.

Determination of number of plants per experimental unit using this method, however, must be taken with caution due to the poor precision of the variance estimates for subplots and blocks in cultivar 'Igitsiri', and for subplots, plots, and blocks in cultivar 'Igisahira Gisanzwe', as shown by the respective analysis of variances (Table 1).

Number of replications and index of environmental variability

The number of replications depends on the level of precision that is required in an experiment. Estimates of true differences between treatment means, expressed in percentage, were calculated for experi-

mental units of 15 plants using 2, 3, 4, 5, 6, and 7 replications in a randomized complete block design including 25 simulated treatments. For example, two replications are required to detect a significant difference of 4% between two genotypes for youngest leaf spotted, i.e., 0.33 or 1/3 of a leaf. This suggests that unreplicated trials with plots of 15 plants may be useful for a preliminary assessment of black sigatoka response in East African bananas in fields under uniform disease pressure as in Onne.

The value of the coefficient of environmental variability was about 1, which suggests that no serial correlation of errors occurred when black sigatoka disease was scored in both uniformity trials because of the uniform spread of black sigatoka at Onne. This also indicates that in the determination of black sigatoka response in East African bananas, big experimental units (15 plants or more) instead of small experimental units should be used. This finding was confirmed by an independent study with the black sigatoka susceptible Cavendish banana cv. 'Valery' carried out at Onne from 1994 to 1996 (S. Nokoe and R. Ortiz, IITA, unpubl. results). The recommended optimum plot size consisted on average of 13 ± 1 plants for the assessment of

host response to black sigatoka as measured by incubation time, evolution time, disease development time, youngest leaf with symptoms, and youngest leaf spotted.

Conclusion

The results from the statistical analyses used for this study suggest that 1) assessment of black sigatoka response in East African bananas with experimental units comprising less than 15 plants (90 m²) should be avoided or taken with caution, and 2) replications may not be required to assess black sigatoka in East African bananas if an optimum plot size of 15 plants is used and uniform disease pressure is assured. Experimental plots should be surrounded by border plants of a black sigatoka susceptible cultivar to ensure uniform natural inoculum pressure of the pathogen throughout the field.

Acknowledgement

IITA/94/JA/61. Plantain and banana research at IITA has benefited from grants by several donors, particularly the Belgian Administration for Development Cooperation (BADC).

Literature

1. Craenen K., 1994. Assessment of black sigatoka resistance in segregating progenies. *MusAfrica* 4: 4-5.
2. Craenen K. & Ortiz, R., 1996. Black sigatoka affects growth and yield characteristics in *Musa* germplasm. *MusAfrica* 10: 21.
3. Foure, E., 1985. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Comportement de variétés. Etude de la sensibilité variétale de bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet au Gabon. *Fruits* 40: 393-399.
4. Hatheway W.K., 1961. Convenient plot size. *Agronomy J.* 53: 279-280.
5. Immer F.R., 1932. Size and shape of plot in relation to experiments with sugar beets. *J. Agr. Res.* 44: 649-668.
6. Le Clerg E.L., 1966. Significance of experimental design in plant breeding. In: "Plant Breeding". K.J. Frey (ed.). Ames, Iowa: University Press. 243-311.
7. McKenzie H., Holmes N.D., Peterson L.K. & Grant M.N., 1964. A comparison of three plot sizes in studies of host resistance to the wheat stem sawfly. *Can. J. Plant Sci.* 44: 485.
8. Mobambo K.N., Gauhl F., Vuylsteke D., Ortiz R., Pasberg-Gauhl C. & Swennen R., 1993. Yield loss in plantain from black sigatoka leaf spot and field performance of resistant hybrids. *Field Crops Res.* 35: 35-42.
9. Ortiz R., 1995. *Musa* genetics. In: "Bananas and Plantains" S. Gowen (ed.) UK: Chapman and Hall. 84-109.
10. Ortiz R. & Vuylsteke D., 1994. Inheritance of black sigatoka resistance in plantain-banana (*Musa* spp.) hybrids. *Theor. & Appl. Genet.* 89: 146-152.
11. Rampton H.H. & Peterson R.G., 1962. Relative efficiency of plot size and numbers of replications as indicated by yields or orchard grass seed in a uniformity test. *Agron. J.* 54: 247-249.
12. Smith H.F., 1938. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *J. Agric. Sci.* 28: 1-23.
13. Sokal R.R. & Rohlf F.J., 1981. *Biometry*. 2nd ed. New York: W. H. Freeman.
14. Swennen R., 1990. Plantain cultivation under West African conditions. A reference manual. Ibadan, Nigeria: International Institute of Tropical Agriculture.
15. Swennen R. & Vuylsteke D., 1991. Bananas in Africa: diversity, uses and prospects for improvement. In: "Crop Genetic Resources of Africa". Q.N. Ng, P. Perrino, F. Attere, H. Zedan (eds.). UK: The Trinity Press. 2: 151-160.
16. Vakili N.G., 1968. Responses of *Musa acuminata* species and edible cultivars to infection by *Mycosphaerella musicola*. *Tropical Agriculture (Trinidad)*. 45: 13-22.
17. Vallejo R.L. & Mendoza H.A., 1992. Plot technique studies on sweetpotato yield trials. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 508-511.
18. Vuylsteke D., Ortiz R. & Ferris S., 1993a. Genetic and agronomic improvement for sustainable production of plantain and banana in sub-Saharan Africa. *African Crop Sci.* 1: 1-8.
19. Vuylsteke D., Swennen R. & Ortiz R., 1993b. Development and performance of black sigatoka resistant tetraploid hybrids of plantain (*Musa* spp. AAB group). *Euphytica* 65: 33-42.

Josephine Okoro, Nigerian Research associate.
R. Ortiz, Peruvian, Scientist and Program Leader.
D. Vuylsteke, Belgian, Scientist.

Estrus Synchronization and Post-Partum Management of « Mossi » Local Breed of Goat in Burkina Faso

H.H. Tamboura¹, L.L. Sawadogo², C. Tahiri³, D. Aidara⁴ & A.D.E. Bogore¹

Keywords: Estrus – Post-partum – Management – Mossi goat-breed – Burkina Faso

Summary

The « Mossi » dwarf goat is the local caprine breed most commonly reared (rare) by small holders in central and eastern Burkina Faso, in West Africa sudano-sahelian region.

Manifestations of estrus, possibility of its synchronization and post-partum anestrus were studied among this type of animals, in its natural eco-climatic environment, using various procedures of reproductive management.

Results shows that low levels of progestagens (35 mg and 40 mg of Fluoro Geston Acetate-FGA-per vaginal sponge) and short period of treatment (12 days) leads to poor response on the females (estrus settlements < 4 days post treatment, low synchronization rate after 72 h). Whereas sponges with 45 mg FGA each, applied during 18 days, produce better results for the same parameters.

Post-partum anestrus (PPA) has been significantly reduced (44 to 47 days vs 65 days for control) with « 45 mg FGA + 300 iu PMSG » and « Early weaning (1 month) + male-effect » treatments, whereas « high energy at end of pregnancy » didn't affect it.

These results emphasize some advantages of « mossi » dwarf goat, and identify major issues for optimizing their production by appropriate and unexpensive reproductive management techniques in local conditions.

Résumé

La précocité des chaleurs, leur synchronisation ainsi que les possibilités de réduction de l'anoestrus post-partum ont été étudiées sur la chèvre naine « mossi » dans le contexte éco-climatique du plateau central du Burkina, avec différents traitements.

Les progestagènes à faible dose (35 mg et 40 mg d'Acetate de Fluoro Gestone-FGA par éponge vaginale) et les traitements de courte durée (12 jours) génèrent une moins bonne réponse des femelles, en termes de précocité d'apparition (< 4 j post-traitement) et de taux de regroupement des chaleurs à 72 heures. Cependant, les éponges dosées à 45 mg FGA, posées durant 18 jours donnaient des résultats satisfaisants pour les mêmes paramètres.

L'anoestrus post-partum (APP) a subi une réduction significative de durée (44 à 47 jours contre 65 jours pour l'APP naturel) avec un traitement « 45 mg FGA + 300 ui PMSG », de même que « sevrage précoce (1 mois) + effet bouc ». Par contre « haute énergie alimentaire en fin de gestation » n'a pas significativement affecté la durée normale de l'APP.

Ces résultats mettent en évidence les bonnes potentialités que recèle cette race et précisent les conditions d'une planification raisonnée des mises bas et d'optimisation de la reproduction à moindre coût, dans le contexte de son élevage.

Introduction

The local goat breed in the central zone of Burkina, called « mossi goat » is a genetic type related to the Djallonké dwarf goats which are widespread in larger parts of humid and subhumid regions of West Africa. But with its special phenotypic characteristics (weight, body size...), many ethnologic researchers (18) have shown that this particular breed is a stabilized product of a natural crossbreeding between « Peulhgoat » from sahelian zone and « Djallonké » from the southern region.

These animals are commonly used for local meat consumption, cultural ceremonies, and cash income, but produces low quantity of milk (not consumed by local population). On the other hand, they put out a high

adaptation to the climate and local diseases, and excellent reproductive performances.

So, because of the good meat aptitude of this breed and the high local demand among population for meat consumption, this study is initiated to determine the potential for improving its numeric productivity through an appropriate control of reproduction.

Material and methods

The study was carried out at Kamboinsé Agricultural Research Center, which is located in the natural area of the « mossi » goat. It's a sudano-sahelian region, characterized by the two main seasons: a rainy sea-

¹ INERA - BP 7192 Ouagadougou (Burkina Faso).

² FAST/Université - BP 7021 Ouagadougou (Burkina Faso).

³ IUFM/Aix 1342 - Marseille Cedex 04 (France).

⁴ FAST Université BP 801 Abidjan 02 (Côte-d'Ivoire).

Received on 05.06.96 and accepted for publication on 24.04.97.

son (June to October: 500-800 mm rainfall, 27 °C mean ambient temperature, and 87% of hygrometry) and a dry one (October to May: no rainfall at all, temperature raises 42 °C in April, and very low hygrometry 27%).

Animals

Animals concerned in this assay were local breed « mossi » goat, aged 2 to 4 years. Males were not castrated. Females were confirmed non-pregnant by showing four regular consecutive estrus signs and three normal estrous cycles during three months before beginning of experiments.

As regard nutrition, males were collectively and permanently penned, and received crops by-products (peanuts...) and supplements of bran flour and cottonseed cakes (200 g per day/animal).

Females graze from 8 a.m. to 1 p.m., and when back in the fold, are fed of supplement made of wheat. Mineral licks were given ad lib. For healthcare, all animals were dewormed (fenbendazole PANACUR = ND : 5 mg/kg internal; and deltamethrine BUTOX-ND : 50 g/l external), and vaccinated against pasteurellosis and plague.

Experimental design

Estrus detection: three « mossi » male-goats were used as heats detectors, three times per day (6 a.m.; 12 and 6 p.m.) in females flocks. The male was harnessed to prevent from undesired copulation, and introduced in each group of females for a 10 mn session of detection, so that current signs of oestrus could be visually recognized (behaviour, vulva flow, immobilisation, male acceptance...). When a female shows heat signs, she is removed from the group, so the male can run ahead with others. After the session, the whole group is reconstituted for the next session. In cases of desired fecundations, the males were deleted of their harness and then were conducted into appropriate group of females.

Synchronization of estrus: Twenty four females were divided into 3 groups: I (n=9); II (n=9) and III (n=6).

Groups I and II were treated with various levels of Fluoro Geston Acetate in vaginal sponges and different

durations of application, as shown on Table 1. No PMSG was needed here, as a consequence of our previous trials in which it's application resulted in too high superovulation rate, important embryo losses and several dystocic problems. It seems that this breed is enough prolific, and doesn't need to be supplied with PMSG.

Group III received two injections i.m. (0.25 ml each) of PGF2 ∞ (ESTRUMATE N.D. Rigaud Galena-France) at 12 days interval (Table 1).

Parameters monitored in this experiment were :

- time for onset of estrus after each treatment;
- duration of heat signs at estrus;
- rate of estrus synchronization by 48 hours and 72 hours post-treatment (P.T.).

Management of post-partum anestrus (P.P.A.)

Twenty one pluriparous females were involved in this experiment, and divided into four groups : control group C (n=7); Groupe A (n=5); Group B (n=5) and Group D (n=4). Each group received one of the following treatment:

- Group C (control) no treatment (natural P.P.A.);
- Group A: Early weaning (30 days post-delivery) + « male-effect » (separation of 2 weeks) (EW/ME);
- Group B : Feed energy at 1 1/2 of basic needs (F/E);
- Group D : FGA (45 mg in vaginal sponges for 18 days from 30th day post delivery) + PMSG (300 iu on day of sponge removal) (FGA/PMSG);

Observations in this case were focussed on PPA mean duration, according to the treatment applied, in comparison with control group where females were naturally kept until apparition of first normal cyclic estrus.

Table 1
Experimental design for « Mossi » goats estrus induction and synchronisation according to treatment given to animals

Group I (n=9) Short treatment FGA sponges (12 days)			Group II (n=9) Long treatment FGA sponges (18 days)			Group III (n=6) PGF & Treatment
s/gr 1 (n=3)	s/gr 2 (n=3)	s/gr 3 (n=3)	s/gr 1 (n=3)	s/gr 2 (n=3)	s/gr 3 (n=3)	
35 mg FGA	40 mg FGA	45 mg FGA	35 mg FGA	40 mg FGA	45 mg FGA	2 inj. (0,25 ml each) im ESTRUMATE ND at 12 days interval

Table 2
Experimental treatments for shortening post-partum anestrus duration in « Mossi » goats

Groups	Treatments
Control C (n=7)	Any treatment
A (n=5)	Early weaning (30 days) + « Male effect » (14 days female/male separation)
B (n=5)	Feed Energy (1 1/2 basic needs)
D (n=4)	FGA (45 mg/sponge) for 18 days intra vagina + 300 iu PMSG (on sponge removal day)

Analysis of results

Meantimes for onset of estrus, duration of heat-signs and post-partum anestrus are given with a confidence interval at 5% (15). Comparison of synchronization rate and PPA duration reduction according to each specific treatment are analyzed with STATITCF program.

Results

Time for onset of estrus

Animals treated for 12 days with low levels of progestagens (35 mg and 40 mg FGA per animal) didn't show any sign of estrus before the end of the two weeks post-treatment (P.T.). When using high levels of FGA (45 mg/animal), estrus occurs within 80 hours to 112 hours PT in Group I, after a meantime of 56 hours \pm 16 hours PT for Group II, and 67 hours \pm 5 hours PT for Group III. Meantimes in group II and III are quite similar, but they are significantly shorter ($\alpha=0,05$) than group I's one.

Persistence of induced heat-signs

Observations from each group I, II and III shows respectively a meantime of 32 hours \pm 3 hours, 27 hours \pm 5 hours and 27 hours \pm 3 hours as duration of heat-signs induced by the treatments applied to the animals.

Efficiency of estrus induction and synchronization

Whatever the dose administered, « short » treatment FGA doesn't practically induce any reaction during the 3 days P.T.

As a result of this, there is no estrus synchronization during that period. A few number of females got heated beyond the 4th day P.T., when using a high dose of progestagen. On the other hand, a « long » treatment FGA, as well as that one which uses prostaglandins (PGF₂ ∞) shows positive response within 48 hours P.T., whatever the dose; rate of synchronization reaches 100% within 3 days P.T. Table 3 summarizes the results obtained for this parameter.

Pregnancy and post-partum anestrus

The natural duration of pregnancy observed in « mossi » goat breed is about 146 days \pm 25 days. Treatments to reduce the duration of this sequence of reproductive cycle led to results presented on Table 4.

Table 4
Mean duration of post partum anestrus (PPA) with different treatments applied to « Mossi » goats

Treatments	Mean duration of PPA (days)
Control	66 \pm 25
Early weaning + Male effect	44 \pm 10
Feed Energy	68 \pm 29
FGA/PMSG	47 \pm 01

Early weaning/Male Effect (EW/ME) gives a PPA average duration of 44 days \pm 10 days; FGA/PMSG and Feed Energy (F/E) respectively 48 days \pm 1 day and 68 days \pm 29 days. When comparing statistically these results (at level of 0,05), FGA/PMSG and EW/ME are slightly comparable, but are, significantly shorter than treatment F/E (increasing Food Energy) and Control Group PPA.

Table 3
Estrus synchronization efficiency according to each treatment applied on « Mossi » goats. (number of animal getting heated at each delay)

Animals	Number of animals getting heated after :				
	24 hours	48 hours	72 hours	> 72 hours	
I	s/gr 1 (n=3)	0	0	0	–
	s/gr 2 (n=3)	0	0	0	–
	s/gr 3 (n=3)	0	0	0	2
II	s/gr 1 (n=3)	0	1	2	3
	s/gr 2 (n=3)	0	3	3	3
	s/gr 3 (n=3)	0	2	3	3
III	(n=6)	0	2	4	5

The mean duration of first post-partum estrus is 14 hours \pm 6 hours for Group A (EW/ME), 24 hours \pm 14 hours for Group B (F/E), 42 hours \pm 8 hours for Group D (FGA/PMSG), vs 19 hours \pm 5 hours for Group C (Control).

Discussion

When analysing the results of estrus synchronization tests, one have to distinguish notions of « expression and gathered heats », and « fertility » on experiments animals. The tendency observed in our case reveals a better efficiency of synchronization and heats expression, when using high levels of progestagens with a longtime impregnation.

Practically, all animals in this case express heats within 48 hours P.T.; low doses, as well as short time treatments, appear less efficient for both early occurrence and synchronization of the phenomenon at the flock level.

Several studies, mostly on european breeds and under temperate latitudes, have been carried out to determine the dose and durations of appropriate treatments in these specific conditions, especially out of the mating season (1, 2, 3, 4, 6, 17). Studies are scarcer about experiences on african breeds in local conditions. Our results confirm the rare earlier studies, notably Oyedidji and Coll. (14) and Hounzangbe (9). The efficacy of long treatment is probably due to the fact that 18 days application allows it to cover all ovarian physiology situations along the estrous cycle of each animal in the group. On the other hand, with the « short » treatment, animals which would be in the middle or at the end of luteal phase of cycle, shouldn't have any reaction to the progestagens; therefore, after treatment completion, these animals haven't yet blocked their estrous cycle and join those who reacted estrus positively from the beginning. So, as a result, one can observe a « dispersion » of heat expression at the level of the whole flock, and then a poor rate of estrus synchronization.

Although « fertility » of these estrus hasn't been studied in our experiment, it seems less satisfactory with induced estrus, if one refer to convergent works carried out elsewhere (2, 7, 11, 13). Nevertheless, very good results are obtained from the following heats, which are synchronized too. This situation could be explained by the depressive effect of heat induction substances on

the transportation and survival of male gametes in the female tractus. This disturbance, which is essentially biochemical and biophysical, disappears after the first induced estrus, improving the efficiency of the next one.

The duration, mesured by visible signs of estrus, shows no significant difference, whether the animals receive a synchronization treatment or not (16). It seems specially important to consider the high variability of this duration depending on the individual, due to the fact that more than 30% of the estrus observed are punctual. The average estrus duration in this study is shorter than those reported on european breeds in temperate latitudes (30 to 48 hours according to Derivaux and Ectors (1980) (8); 1 to 4 days according to Cortell (1973) (5)). On other tropical breeds, Otchiere and Nimo (1975) (12) have reported heats of 17 hours, whereas Jarosz and Coll., (1972) (10) estimated it's duration from 67.2 to 100.8 hours.

As regards the tentative experiments to shorten the ovary rest phase after delivery, it has been noted that early weaning associated to the male effect, as well as the combination progestagen/gonadotrophin have an interesting zootechnic effect. As a matter of fact, with a month and half rest period obtained with these treatments (vs more than two months naturally or with food energy flushing), one can technically manage intensification of the female service in order to optimize numeric productivity during its lifespan.

Conclusion

The « Mossi » goat, raised in the eco-climatic context of the burkinabe plateau, presents interesting natural adaptation and prolificity characteristics. Application of adapted techniques and protocols in this study allowed us to see the important reproduction potentialities of this local breed. Technical control of the sexual function, notably estrus period and post-partum ovarian dormant phase, is greatly helpfull to the producers in achieving an optimal exploitation of the flock, and thus contribute to increase meat supply for local population.

Acknowledgements

We are grateful to Dr. Thibier Michel, "Director of Laboratoire de Contrôle des Reproducteurs (Maisons-Alfort)", for his scientific and material help. Biologic substances were generously given by Laboratoires Rigaud-Galena (France).

Literature

1. Baril G., Remy B., Vallet J.C. & Beckers J.F., 1992. Observations sur l'utilisation de traitements gonadotropes répétés chez la chèvre laitière. *Ann. Zootech.* **41**: 219-296.
2. Cairoli F., Tamanini C., Bono G., Chiesa F. & Prandi A., 1987. Reproductive performance of female goats given progestagen associated with PMSG and/or HCG in deep anoestrus. *Repr. Nutr. Develop.*, **27**: (1A), 13-19.
3. Cartier S., 1986. Synchronisation de l'oestrus chez la chèvre. Diagnostic de gestation. *Bull. G.T.V.* n° 3, 83-86.
4. Corteel J.M., 1971. La maîtrise du cycle sexuel chez la chevrette et chez la chèvre. *B.I.I. - Min. Agric.*, **257**: 175-180.

5. Corteel J.M., 1973. L'insémination artificielle caprine : bases physiologiques, état actuel et perspectives d'avenir. *World rev. Prod.* Vol. **IX**, 1 (Jan-March 1973), 73-98.
6. Corteel J.M., 1975. The use of progestagen to control the oestrus cycle of dairy goat. *Ann. Biol. Anim. Bioch. an Biophys.*, **15** (2): 352-363.
7. Corteel J.M., Mauleon P., Thimonier J. & Ortavant P., 1968. Recherches expérimentales de gestations synchrones avant le début de la saison sexuelle chez la chèvre après administration vaginale de FGA et injection i.m. de PMSG. *proc. Vith intern. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem.* **2**: 1411-1412.
8. Derivaux J. & Ectors F., 1980. Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Ed. Le Point Vétérinaire.
9. Hounzangbe M.M.S., 1991. Etude du cycle oestral et de l'anoestrus post-partum chez la brebis Djallonké infestée (Strongylose et coccidiose). Thèse Doct. Univ. Abidjan.
10. Jarosz J.J., Dean R.J. & Dukelow W.R., 1972. The sexual cycle in dwarf African and Toggenburg goats. *Arch. vét. Polen*, **15** (3): 613-622.
11. Le Provost F., Thimonier J. & Mauleon P., 1968. Obtention de gestations à contre saison à l'aide d'éponges vaginales imprégnées de FGA (Sc 9880) chez différentes races de brebis françaises. *Vie Congr. Intern. Reprod. Anim. Insem. Artif.*, Paris Vol. **II**: 1471-1474.
12. Otchere E.O. & Nimo M.C., 1975. Observation of the reproductive behaviour in the West African Dwarf Goat. *Ghana J. Agric. Sci.*, **8**: 187-190.
13. Ott R.S., Nelson D.R. & Hixon J.E., 1980. Fertility of goats following synchronization of estrus with PGF 2 a. *Theriogenology*, **13** (15): 341-345.
14. Oyediji G.O., Akusu M.O. & Egbunike G.N., 1990. Comparative studies on the effectiveness of Sil-Estrus implants. Veramix Sheep sponges and PGF 2 & in synchronising estrus in West African Dwarf Sheep. *Theriogenology*, Vol. **34** (3): 613-617.
15. Snedecor E.W. & Cochran W.G., 1976. *Statistical methods* 6^e ed. Iowa state Univ. Press, Ames, Iowa, USA.
16. Tamboura H.H., 1994. Contribution à l'étude du cycle de reproduction de la chèvre naine mossi : aspect éthologiques et endocriniens. Thèse Doct. Spéc. Univ. Abidjan.
17. Thimonier L., Cognie Y., Colas G. & Mauleon P., 1968. Synchronisation de l'oestrus chez les brebis à l'aide d'éponges vaginales imprégnées de progestagène. *Extr. C.R. 93^e Congr. Nat. Soc. Savantes, Tours, Section Sc. Tome II Hist. Sc. Biol. Anim.*, 505-510.
18. Wilson R.T., 1991. Small ruminant production and the small ruminant genetic resource in tropical Africa. *FAO-ROME*.

Dr Tamboura H.H., DVM, Docteur es Sciences, Researcher, National Center for Scientific and Technology Research (CNRST), Burkina Faso.
 Pr Sawadogo L.L., Professor, Chair, Animal Biology Department, Faculty of Sciences and Technology, University of Ouagadougou, Burkina Faso.
 Pr Aidara D., Professor Chair, Department of Reproduction Biology, Faculty of Sciences and Technology, University of Abidjan, Ivory Coast.
 Pr Tahiri Z. C., Professor, Department of Reproduction Biology, IUFM - Aix-Marseille, France.
 Ir Bogore A.D.E., Animal Sciences Researcher, CNRST - Ouagadougou, Burkina Faso.

Video

The other wealth

This video treats an interesting subject of wetland ecosystem of East Calcutta. It emphasises that the city waste water and garbage can be used for income generating projects of poorer section of the society. After necessary treatment the sewage water is used to fertilise the fish ponds. The garbage also provides sufficient nutrients for growing crops, especially the vegetables = garbage gardens. Both, fish production and crop-vegetable production, supplement the income of local people, who are often jobless. Both these activities are environmentally friendly and sustainable. They require very little input from outside.

The film emphasises the use of locally available resources and organization of cooperatives for best exploitation and commercialisation.

The film seems to be made primarily for local Bengali speaking population, as most of the conversations in Bengali are difficult to understand by others. Some subtitles in English run too fast to permit to read. The film lacks professionalism. The quality could be improved by reducing and condensing some parts and by incorporating some background music.

In spite of some imperfections, the film is useful and presents an original idea of exploiting the otherwise wasted materials. It emphasises the ecologically sound and economically profitable use of domestic wastes which are otherwise only environmental nuisance.

Technical informations:	Film:	The other wealth
	Duration:	60 min.
	Language:	English
	Format:	35 mm / Betacam / HI-band, U-matic / VHS (PAL-SECAM-NTSC)
Cost:	Print 35 mm:	30,000 US Dollar
	Betacam SP:	15,000 US Dollar
	HI-Band:	7,500 US Dollar
	VHS:	9,000 US Dollar
Contact address:	Sudipto Sen –	E-14, Katjunagar, Calcutta-700 032 – India
	Fax:	0091-33-473 06 87
	Ph:	0091-33-468 04 97 / 472 84 54

V.S. Pandey
 August 9, 1995

Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) Production in Ibadan, South Western Nigeria

N.U. Ndaeyo* & E.A. Aiyelari.**(1)

Keywords: Cowpea – Production – Soil Properties – Economics Returns.

Summary

A two-season (rainy and dry) study was conducted in 1993 at the Teaching and Research Farm, University of Ibadan, Nigeria to assess the most productive tillage practice for monocultural cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) production. Completely randomised block design with four replications was used and tillage treatments were: No till-Slash and Burn (NSB), No till-Herbicide applied (NH), Conventional-ploughed and harrowed (CT), and Minimum-ploughed only (MT).

Results revealed that tillage practices had no significant effect on percentage emergence, leaf and branch number in both seasons. In the first season, plant height was significantly ($P < 0.05$) influenced by tillage treatments at 2 and 4 weeks after sowing (WAS) with NH showing superiority over the other treatments. In the second season, plant height was significantly ($P < 0.05$) higher in NSB and MT treatments at 6 and 8 WAS, respectively. Pod and grain yield ($t\ ha^{-1}$) were not affected by tillage treatments in the first season but in the second season, NSB ($1.84\ t\ ha^{-1}$) and MT ($1.53\ t\ ha^{-1}$) showed significant superiority over other treatments. The highest cost of production was observed under NSB while CT produced the highest economic returns. Some soil properties were also influenced with NSB treatment having a higher soil bulk density at sowing and 6 WAS than the other treatments, while NH recorded a higher soil moisture content at 6 WAS than the other treatments. The study also suggests that with optimum precipitation, CT appears a better land preparation option for cowpea production.

Résumé

Une étude a été menée en 1993 à la ferme d'enseignement et de recherches de l'université d'Ibadan, Nigeria, pour déterminer la forme de travail du sol la plus productive pour la production de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en culture pure. Un dispositif de blocs complètement randomisés avec quatre répétitions, a été utilisé et les traitements de travaux de sol étaient : pas de travail manuel du sol – semis direct après défrichement et brûlis (NSB), pas de travail du sol – application d'herbicide (NH), labour conventionnel profond (CT), et labour léger (MT).

Les résultats ont révélé que, les travaux du sol n'avaient pas d'effets significatifs sur le pourcentage de levée et sur le nombre de feuilles et de branches pendant les deux campagnes d'étude. Lors de la première campagne, la hauteur des plantes a été influencée de façon significative ($p < 0.05$) par le mode de travail du sol : 4 semaines après semis les plantes cultivées avec le traitement NH étaient plus grandes que celles produites avec les autres traitements. Une tendance similaire a été observée lors de la seconde campagne, le traitement NH induisant une croissance en hauteur des plantes significativement ($p < 0.05$) plus élevée que celles des traitements NSB et MT respectivement 6 et 8 semaines après le semis. Le rendement en gousses et en graines ($t\ ha^{-1}$) n'a pas été significativement affecté par le mode de travail du sol lors de la première campagne alors qu'une différence significative a été observée pour les traitements NSB ($1,84\ t\ ha^{-1}$) et MT ($1,53\ t\ ha^{-1}$) lors de la deuxième campagne.

Le traitement NSB est le plus coûteux tandis que le traitement CT produit le plus grand bénéfice économique. Quelques propriétés du sol ont également été influencées par le traitement NSB qui présentait une plus grande densité de volume au semis et 6 semaines après le semis que les autres traitements tandis que NH enregistrait une plus grande humidité du sol 6 semaines après le semis que les autres traitements. L'étude suggère aussi qu'avec une précipitation (pluviométrie) optimale, CT apparaît être une meilleure option de travail du sol pour la production de niébé.

* Department of Agronomy University of Uyo, Uyo, Nigeria.

** Department of Agronomy University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

(1) Corresponding author.

Received on 13.09.96 and accepted for publication on 06.05.97.

Introduction

The challenge of food production in continuous cropping systems in the humid and sub-humid tropics of Nigeria is to manage fragile soils to ensure sustained productivity, without reverting to bush fallow or shifting cultivation practices of traditional agriculture. Tackling this problem becomes more pertinent as good arable land continues to diminish in the region. Ideal crop production systems in the tropics need to be developed in such a way that combination of good land, crop and pest management practices can be assured thereby guaranteeing the farmers moderate to high crop yields on a sustainable basis.

Appropriate soil tillage is considered necessary for enhanced crop production since it creates a greater soil volume for seed germination and emergence, seedling establishment and root growth (14, 22). Despite the continuous increase in the nation's population, urbanization and industrialization which call for proper soil management, the perceived positive attributes of tillage operations is yet to be fully tapped in this region of the world. Some researchers (1, 8, 32, 35) have questioned the rationale of this practice since traffic damages soil properties, and lowers crop performance. However, Akobundu and Deutsch (3) observed that in some soil types, some level of tillage is imperative to produce good soil tilth required for root development.

Generally however, research findings as to the superiority of crops grown on tilled plots to those on non-till plots have been conflicting and contradictory. Some investigators (9, 10, 11, 24, 26, 27) reported either no significant differences between tilled and zero-tilled plots or significant superiority of no-till over tilled plot. Other workers (16, 17, 29) found significant superiority of tilled plots over no-till plots particularly where there was prolonged soil moisture stress.

Results of studies on economic returns of various tillage systems are equally contradictory. Henderson and Stonehouse (15) and Stonehouse (34) observed that the empirical evidence on comparative short term economics is contradictory and confusing. In a minority of cases, conventional tillage systems appear to be economically superior especially in cooler temperate zones and where topsoils are deeper and/or less steeply sloping because of greater topsoil volume, reduced soil loss and high organic matter content. This findings however contrasts with the conclusion of Philips and Young, (32) that no tillage significantly reduced certain production costs because of elimination of seed bed preparation. Therefore, the objectives of this study were: (a) To assess the necessity or otherwise of tillage systems for cowpea growth and yield; (b) evaluate changes in soil properties, and (c) examine the costs of production and economic returns under various tillage systems for monocultural cowpea production in Ibadan, Nigeria.

Material and methods

The experiments were conducted during the 1993 planting seasons at the University of Ibadan Research Farm at Ajibode, Ibadan (Latitude 07°30'N, Longitude 3°45'E

with an altitude of 220 m above sea level). This forest zone has a bimodal pattern of rainfall, with a first rainy season commencing from April to July, a dry spell in August followed by a second rainy season, September to November. Table 7 gives detailed climatic information of the study area. The soil is well drained sandy soil of Egbeda series (33) and of the broad group of tropical Alfisols (13).

Experimental Design

There were four treatments, randomised in each of four blocks. Block size was 65x10 m with interblock spacing of 4 m and a plot size of 15 x 10 m with inter plot space of 3 m. Tillage treatments consisted of:

- (a) no tillage, slashed manually, followed by *in situ* burning of the debris after drying;
- (b) no tillage, vegetation cover sprayed with a herbicide (paraquat-1-1-dimethyl 4-4-dipyridium) at 16 ml to 1 l of water (5 kg a.i. ha⁻¹);
- (c) minimum tillage, ploughed (at about 15 cm soil depth) with tractor mounted disc plough once only; and,
- (d) conventional tillage, ploughed and harrowed (at about 15 cm soil depth) once with tractor mounted disc plough and harrow. The vegetation cover of the plots was mainly weeds with very sparse stands of shrubs.

Cultural Details

In both the first and second growing seasons, plantings were done in May and September, respectively. The cowpea, cultivar IT86D-1010 (extra early maturing (60 days); determinate, erect and day insensitive), obtained from the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria was planted manually at a spacing of 60 cm (between rows) and 30 cm (within row). Two seeds were planted per hole at 3 cm depth giving 55,555 holes or 111,110 stands per hectare. Weeding was done manually from the third weed after sowing (WAS). Pest control was carried out with insecticide (cybush 10EC (cypermethrin) at a biweekly interval during the pre-flowering stage at the rate of 2 ml to 1 l of water. Some of the pre-flowering stage pests include, *Ootheca mutabilis*, *Luperodes lineata* and *Zonocerus* spp. At reproductive stage, nuvacron 40 ScW was applied at the rate of 2.5 ml to 1 l of water using a knapsack sprayer. Some of the prevalent pests at reproductive stage, were; *Anaplocnemis curvipes*, *Riptortus dentipes*, *Acanthomia* spp. and *Nezara viridula*.

Measurements

Parameters measured were emergence percentage, plant height, number of leaves and branches, and pod and grain yields. Cost of production (planting materials, insecticides, harvesting and shelling), economic return and changes in soil properties were also assessed. Emergence count was taken 7 days after sowing by counting total number of emerged stands against total number of seeds planted and expressed in percentage.

Twenty plants per plot were tagged for determination of plant height, number of leaves and branches. Pod and grain yields were assessed by harvesting all pods and measuring grain weight after shelling using toploading balance (with a basin-like top and calibrated in kilogramme). Cost of production and economic returns were determined using benefit: cost analysis in order to determine the benefit that could accrue to cowpea production given the cost of production. A discount factor of 19% (current interest rate) as cited by FOS (12) was used to obtain discounted Benefit: cost ratio. Soil samples (0-15 cm) were collected before and after studies were conducted to determine changes in soil nutrient status. Fifteen core samples were collected and bulked per plot. These composite samples were later bulked on treatment basis and analysed for the following soil parameters: pH using method described by IITA (18), organic carbon using Walkley and Black (36) method and total nitrogen by the regular Macro-Kjeldahl method (20). Available phosphorus was determined by Bray No. 1 method (6) while flame photometry method was used to determine calcium, sodium and potassium. Magnesium, manganese, copper, zinc, base saturation and iron were determined by Atomic Absorption Spectrophotometry as described by Perkin-Elmer Corp. (31). Electrical conductivity was determined using conductance bridge (Wheatstone bridge arrangement). Organic matter was determined by multiplying the uncorrected value of organic carbon by a constant factor of 1.724 as cited by Odu et al., (28) while cation exchange capacity was obtained by the summation of the total exchangeable acidity, and soil texture were determined using the method described by Jackson (19) and Bouyoucos (5), respectively. Soil bulk density and moisture content were determined using core method (4).

Results and Discussion

Emergence and Height

The results of emergence and height of cowpea as influenced by tillage methods are presented in Table 1. The Table revealed that in both first and second growing seasons, seedling emergence was not significantly affected by tillage treatment as excellent emergence

(ranging from 90.6 to 91.6%) in the first season and (94.6 to 97.4%) in the second season was observed in all treatments.

Plant height was significantly influenced ($P < 0.05$) by tillage treatments at 2 and 4 WAS in the first season with no tillage (using herbicide) treatment being significantly higher than the other three treatments. No significant difference was observed among treatments at 6 and 8 WAS. In the second season, no significant difference at 6 and 8 WAS. In the second season, no significant difference existed among treatments at 2 and 4 WAS. However, at 6 and 8 WAS no tillage (slash and burn) and minimum tillage showed significant superiority to the other two treatments. Coefficients of variation for the parameters indicate higher variations during the first season than the second season due to preponderance of soil moisture in the first season.

The excellent emergence observed among all tillage treatments could be attributed to the availability of adequate soil moisture at the time of planting. In the two seasons, optimum rain fell during the sowing period and hence supplied adequate moisture for seedling emergence. Huxley (16) had earlier observed that with adequate rainfall, seedling emergence was very similar on no till and tilled plots. Generally, differences in plant height during the two growing seasons are probably related to soil moisture differences. Kamara and Godfrey-Sam-Aggrey (21) had earlier made similar observations.

Leaf and Branch Number and Pod and Grain Yields

The number of leaves and branches (at 100% flowering) and pod and grain yields are presented in Table 2. In both first and second seasons, number of leaves and branches showed no significant difference among the tillage treatments. However, on average, conventional and minimum tillage were superior for the two parameters, while no till (slash and burn) and conventional tillage had the least number of leaves and branches during the first and second seasons, respectively. In the first season, pod and grain yields showed no significant difference. Significant differences ($p < 0.05$) were observed in pod and grain yields in the second season. No till (slash and burn) and minimum

Table 1
Effects of Tillage Practices on the Emergence and Height of Cowpea.

Treatment	First season					Second season					
	Emergence %	WAS*				Emergence %	WAS*				
		2	4	6	8		2	4	6	8	
		Height (cm)						Height (cm)			
No till (slash and burn)	91.6a	9.9b	15.4b	82.8a	108.5a	95.0a	10.6a	16.8a	98.1a	105.3b	
No till (herbicide applied)	90.6a	13.3a	17.9a	86.2a	114.7a	94.6a	11.3a	16.5a	86.6b	95.9c	
Conventional	91.4a	9.7b	15.1b	82.7a	127.1a	97.4a	10.0a	18.0a	88.0b	99.2b	
Minimum	91.4a	9.4b	15.1b	93.2a	120.9a	95.2a	9.9a	18.0a	98.8b	108.6a	
S \bar{X} (\pm)	1.9	1.0	0.8	14.7	9.9	1.1	0.7	0.4	0.6	0.7	
CV (%)	2.9	13.0	6.8	24.1	23.8	1.5	13.1	4.4	1.2	3.7	

*WAS = Weeks after sowing.

a, b, c, means in the same column bearing the same letter are not significantly different ($P < 0.05$) according to Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Table 2
Effects of Tillage Practices on Cowpea Leaf and Branch Number and Pod and Grain Yield.

Treatment	First season				Second season			
	Leaf No. plant ⁻¹	Branch No.	Pod yield t ha ⁻¹	Grain yield t ha ⁻¹	Leaf No. plant ⁻¹	Branch No.	Pod yield t ha ⁻¹	Grain yield t ha ⁻¹
No till (slash and burn)	21.1a	2.4a	2.1a	1.7a	37.7a	2.5a	1.8a	1.4a
No till (Herbicide applied)	23.4a	2.9a	1.9a	1.6a	36.3a	2.5a	1.3c	0.9b
Conventional	24.9a	3.0a	2.0a	1.6a	36.2a	2.3a	1.6b	1.5a
Minimum	24.8a	2.7a	2.0a	1.7a	38.1a	2.5a	1.8a	1.5a
S \bar{X} (\pm)	3.1	0.4	0.2	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1
CV (%)	18.5	17.8	12.7	7.8	3.7	4.0	6.0	13.1

a, b, c, means in the same column bearing the same letter are not significantly different ($P < 0.05$) according to DMRT.

tillage treatments showed significantly higher pod yields than the other two treatments with no till (using herbicide) being the least. Grain yield indicated no significant difference among no till (slash and burn), minimum and conventional tillage treatments. However, these three treatments showed significant superiority to no till (herbicide applied) treatment.

The absence of significant differences in pod and grain yields, and number of leaves and branches among the treatments in the first season could be associated with the influence of optimum soil moisture in all the treatments. In the first season, rainfall was more stable and uniformed than the second season (Tables 6 and 7). The optimum moisture supply probably guaranteed optimum soil temperature that might have been needed for uniform growth. Minchin and Summerfield (25) had earlier made a similar observation. The dry spell that set in during the later part of vegetative and early reproductive phases might have been responsible for the significant differences observed in pod and grain yields.

Cost of Production and Economic Returns to Management

The cost of production and economic returns to management are presented in Table 3. In both first and second seasons, the highest cost of production was observed in conventional and minimum tillage plots for both seasons, respectively. No till (slash and burn) exceeded no till (herbicide applied), conventional and minimum tillage by 23.9%, 40.6% and 32.0% in the first season, and by 26.5%, 34.2% and 35.4% in the second season, respectively. In both seasons, conventional tillage gave the highest economic return while the least was observed in no till (slash and burn) and no till (herbicide applied) treatments, respectively. The highest benefit: cost ratio was observed under conventional tillage for both seasons, while the least was under No till-slash and burn and No till-herbicide treatments for the two seasons, respectively. A combination of the two seasons revealed superiority of conventional over others with a mean Benefit: Cost ratio of 2.43.

Table 3
Cost of Production and Economic Return to Management (₦*ha⁻¹) for Four Tillage Practices for Monocultural Cowpea Production.

Farm Operation	First season				Second season			
	Tillage Practice				Tillage Practice			
	No till (herbicide applied)	No till (slash and burn)	Conventional	Minimum	No till (herbicide applied)	No till (slash and burn)	Conventional	Minimum
(A) Production cost ^a (₦ ha ⁻¹)								
(1) Land Preparation	1400	3333	450	300	1400	3333	450	300
(2) Weeding	2666	4000	1333	2666	1333	2666	1333	1333
(3) Other costs	6327	6327	6327	6327	6327	6363	6327	6327
Total Cost of Production (TC)	10,393	13,660	8,110	9,293	9,060	12,362	8,110	7,960
(B) Yield (t ha ⁻¹)	1.6	1.7	1.6	1.7	0.9	1.4	1.5	1.5
(C) Gross Revenue (GR) ^b	24000	26100	24600	25500	12900	21300	22950	22200
(D) Return to Management (GTR)	13,607	12,400	16,490	16,207	3,840	8,974	14,840	14,240
Benefit/cost ratio	2.31	1.91	3.03	2.74	1.42	1.72	1.83	1.79

* N/B US\$1 = ₦30.

a, Other costs include cost of planting material, insecticides, harvesting and shelling which was ₦1041, 620, 1333, and 3333, respectively.

b, Yield x unit price of ₦15000 t⁻¹.

N/B Assumption here are:

(1) The cost of inputs remained unchanged.

(2) The prices of inputs were the same in the study area.

The higher cost of production observed in no till (slash and burn) treatment relative to other treatments in both seasons could be due to the cost of a single operation (labour for land preparation) which accounted for 24.4% of the total cost. This implies that in areas with relatively cheap sources of labour or in seasons with less demand or competition, slash and burn could give a lower cost of production since it has highest mean yield. Generally, these results are in agreement with the study reported by Huxley (16) and Omidiji et al. (30) that labour cost is always higher on zero-cultivated plots than cultivated plots.

Soil Properties

(i) *Soil Bulk Density, Soil Moisture Content and Soil Texture:* Soil properties as influenced by tillage treatments are as shown in Tables 4 and 5. Tillage treatments are as shown in Tables 4 and 5. Tillage treatments significantly influenced soil bulk density at sowing and 6 WAS while significant difference in soil mois-

ture content was observed only at 6 WAS. No significant effect was observed on the percentage sand, silt and clay content.

(ii) *Soil pH, Electrical Conductivity, Exchangeable Acidity and Base Saturation:* Tillage treatments showed no significant effect on soil pH value, electrical conductivity and base saturation (Table 5).

(iii) *Organic Carbon, Organic Matter, Available Phosphorus and Total Nitrogen:* No significant effect was observed on organic carbon, organic matter, available phosphorus and total nitrogen content (Table 5).

(iv) *Exchangeable Ca, Mg, Na, K and Cation Exchange Capacity:* Tillage treatments indicated no significant effects on exchangeable Ca, Mg, Na, K and cation exchange capacity.

(v) *Extractable Micronutrients – Mn, Fe, Cu and Zn:* Tillage treatments showed no significant effects on Mn, Fe, Cu and Zn content.

Table 4
Effects of tillage practice on soil bulk density and moisture content.

Treatment	At sowing		6 weeks after sowing		10 weeks after sowing (At maturity)	
	Bulk density (g/cm ⁻³)	Moisture content (%)	Bulk density (g/cm ⁻³)	Moisture content (%)	Bulk density (g/cm ⁻³)	Moisture content (%)
No till (slash and burn)	1.4a	12.3a	1.4a	21.2b	1.4a	20.9a
No till (herbicide applied)	1.4a	7.7a	1.4b	23.3a	1.4a	27.1a
Conventional	1.4b	4.4b	1.4b	17.1d	1.4a	26.7a
Minimum	1.4b	9.6a	1.4b	18.6c	1.4a	26.5a
SX (±)	0.0	2.6	0.0	0.5	0.0	0.6
CV (%)	1.0	42.6	1.0	3.7	1.0	2.9

a,b,c,d, means in the same column bearing the same superscript are not significantly different (P<0.05) according to DMRT.

Table 5
Effects of tillage on soil chemical properties.

Tillage Practice	Soil pH (H ₂ O)	Elec. Cond. (mmho/cm)	Ex. acidity (ml/100g)	Org. C	Org. Matter %	Total N (mg/kg)	Av.P (mg/kg)	Ca	Mg	Na	K	CEC	Mn	Fe	Cu	Zn	Base Sat. %	Sand	Silt	Clay	
No till (slash and burn)	Initial	6.8	0.9x10 ⁻⁵	0.08	0.74	1.27	0.07	1.56	0.90	0.23	1.04	0.21	2.46	102.00	41.50	1.10	4.10	96.75	89.80	7.40	2.80
	Final	6.8	0.6x10 ⁻⁵	0.16	0.68	1.17	0.06	1.28	0.90	0.20	0.74	0.16	2.20	72.10	26.10	0.90	5.20	92.73	89.80	7.40	2.80
	% change	0	33.0	50.0	8.0	7.9	14.3	17.9	0	13.0	25.0	23.8	10.6	29.30	37.10	18.20	26.8	4.2	0	0	0
No till (herbicide applied)	Initial	6.7	0.7x10 ⁻⁵	0.16	0.80	1.34	0.07	2.74	0.85	0.13	0.96	0.17	2.27	55.70	19.60	1.20	3.90	92.95	91.80	7.40	0.80
	Final	6.8	0.6x10 ⁻⁵	0.06	0.91	1.57	0.08	2.47	0.95	0.27	0.87	0.20	1.42	68.90	28.10	2.00	4.70	94.37	93.80	5.40	0.80
	% change	1.5	14.0	50.0	13.8	17.2	14.3	9.9	11.8	107.7	9.4	17.6	37.4	23.7	43.40	66.7	20.5	1.5	2.2	2.7	0
Conventional	Initial	6.6	1.1x10 ⁻⁴	0.24	0.74	1.27	0.07	1.77	0.90	0.20	1.04	0.31	2.65	76.90	30.10	1.10	5.10	90.94	89.80	6.40	3.40
	Final	6.7	0.9x10 ⁻⁴	0.12	0.68	1.17	0.06	1.38	0.85	0.11	0.78	0.14	2.04	81.40	37.20	0.90	4.40	92.16	91.80	7.40	2.80
	% change	1.5	18.0	50.0	8.0	7.9	14.3	27.0	22.2	45.0	25.0	54.8	23	5.90	23.6	18.2	13.7	1.3	2.2	15.6	17.6
Minimum	Initial	6.7	1.0x10 ⁻⁴	0.16	0.53	0.91	0.05	2.15	0.90	0.15	0.87	0.10	2.18	60.10	26.40	1.00	3.30	92.66	91.80	7.40	0.80
	Final	6.8	0.9x10 ⁻⁵	0.08	0.91	1.57	0.08	1.56	1.10	0.33	0.78	0.15	2.44	57.60	21.90	1.30	3.60	96.72	89.80	9.40	0.80
	% change	1.5	10.0	50.0	71.7	72.5	60.0	27.0	5.6	120.0	10.3	50.0	11.9	4.2	17.0	30.0	9.1	4.4	2.2	2.7	0

The non-significant differences shown in moisture content at sowing and 10 WAS could be due to the absence of detrimental moisture effects at these two stages for which one treatment probably would have taken advantage over the other as attested to from the weather data (Tables 6 and 7). However, when moisture stress set in, following a dry spell, which occurred at this stage (6 WAS), significant differences emerged with herbicide treatment having more moisture than other treatments probably due to the presence of the decomposing vegetation which was killed with the herbicide under No till-herbicide treatment during seed bed preparation. This decomposing vegetation acted more or less as mulch at this stage. Bulk density which almost followed a similar trend showed no significant difference ($P < 0.05$) at 10 WAS perhaps because of optimum moisture supply (Tables 6 and 7) at this stage. Equally, the significant differences ($P < 0.05$) shown at sowing and 6 WAS may be attributed to the effects of seed bed preparation and the dry spell that occurred at these stages of

study. The dry spell might have caused relatively higher moisture loss through evapotranspiration under conventional and minimum treatments than No till-slash and burn and No till-herbicide treatments, resulting in hardening of the soil, and inducement of differences in moisture content and bulk density. The findings support those reported by Lal and Dinkins (23) and Nangju (26). The stability observed in soil texture in slash and burn and to some extent in herbicide and minimum tillage treatments could be linked with the non- and/or less destruction of soil structure during land preparation as compared to that of conventional tillage which usually encourages soil wash and hence deterioration of aggregation. Philips and Young, Jr. (32) and Donahue et al., (8) had earlier advanced similar reasons that no tillage methods do not degrade the soil while tractorization (tillage) damages soil properties like texture and structure particularly if carried out too frequently due to compaction and accelerated organic matter decomposition.

Table 6
Meteorological data for Ibadan during 1993 (May – November)
Cropping Seasons (study period)

Month		Total rain-fall (mm)	Total Pan evaporation	Mean wind speed (km/hr)	Solar radiation (MJ/m ² /day)	TEMPERATURE (°C)			RELATIVE HUMIDITY (%)			No of rainy days
						Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean	
May	a	29.3	32.0	3.6	381.7	21.6	32.8	27.2	59	98	78.5	3
	b	59.0	28.3	4.4	363.6	21.6	30.0	25.8	62	99	80.5	3
	c	50.5	29.0	4.0	368.8	22.2	31.8	27.0	62	98	80.0	3
	d	18.5	23.5	3.9	369.6	20.8	31.4	26.1	65	98	81.5	3
Jun.	a	40.1	29.9	3.7	367.8	22.1	30.7	26.4	66	98	82.0	2
	b	48.3	31.1	3.8	350.0	21.5	30.7	26.1	64	98	81.0	4
	c	33.9	28.4	3.5	253.8	21.0	29.4	25.2	68	98	83.0	2
	d	87.0	24.4	3.0	297.0	21.3	29.4	25.4	70	98	84.0	4
Jul.	a	39.0	21.6	3.5	340.5	19.6	29.5	24.6	69	98	83.5	3
	b	4.5	13.1	4.5	224.6	21.1	27.9	24.5	76	98	87.0	1
	c	1.4	16.8	4.5	239.1	21.3	27.8	49.1	74	97	85.5	1
	d	0.0	20.1	4.0	272.5	21.0	27.9	24.5	69	96	82.5	0
Aug.	a	75.6	17.3	3.0	193.8	21.2	27.4	24.3	78	96	87.0	4
	b	23.1	16.5	2.8	165.1	21.3	27.8	24.6	77	95	86.0	4
	c	1.8	22.3	4.0	313.3	21.0	29.0	25.0	73	96	84.5	1
	d	23.9	18.6	3.3	278.1	21.3	28.6	25.0	75	96	85.5	4
Sept.	a	55.4	22.0	3.5	308.9	20.8	28.8	24.8	76	95	85.5	3
	b	99.4	24.7	2.8	285.8	20.9	29.7	25.3	70	97	83.5	6
	c	31.0	24.7	2.9	347.5	20.8	30.3	25.6	68	96	82.0	3
	d	32.6	24.7	1.9	325.1	20.5	29.8	25.2	67	95	81.0	2
Oct.	a	56.4	22.0	2.3	317.2	20.8	29.9	25.4	67	94	80.5	5
	b	9.2	20.7	2.3	287.8	31.7	22.4	27.1	69	94	81.5	2
	c	72.5	25.1	2.9	336.9	20.0	30.1	25.1	66	94	80.0	5
	d	48.8	24.4	1.6	331.8	22.1	31.1	26.6	67	94	80.5	4
Nov.	a	7.4	26.9	2.2	357.9	21.5	31.1	52.6	63	94	78.5	2
	b	0.0	26.8	2.6	387.2	24.1	32.4	28.3	57	94	75.5	0
	c	0.0	27.8	3.1	326.5	24.9	32.9	28.9	57	93	75.0	0
	d	47.6	14.5	2.7	249.9	23.0	30.7	26.9	68	94	81.0	0

Note: a,b,c,d, = Successive 7 day periods (from date of sowing)

Min = Minimum

Max = Maximum

Rainy day = When rainfall >0.2 mm

Source: Agroclimatology Unit, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria (1993).

Table 7
Summary of Weather Data for 1993 in Ibadan

Month	Total rain-fall (mm)	Total Pan evaporation	Mean wind speed (km/hr)	Solar radiation (MJ/m ² /day)	TEMPERATURE (°C)			RELATIVE HUMIDITY (%)			No of rainy days
					Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean	
JAN	0.0	182.83	4.3	13.37	18.9	33.6	26.2	25	71	48	0
FEB.	59.0	139.85	4.3	15.13	21.9	34.6	28.2	33	93	63	5
MAR.	177.5	159.47	4.8	15.49	21.8	33.5	27.6	44	90	67	7
APR.	49.3	142.54	4.3	15.47	22.7	33.3	28.0	53	98	75	5
MAY	158.2	124.71	4.0	15.10	21.8	31.8	26.8	61	98	80	10
JUN.	185.1	121.07	3.5	16.05	21.4	30.2	25.8	66	98	82	12
JUL.	135.3	78.12	4.0	10.80	20.8	28.2	24.5	73	97	84	8
AUG.	118.6	85.94	3.4	11.65	21.1	28.3	24.7	76	96	86	14
SEPT.	219.4	104.34	2.4	13.27	20.8	29.9	25.4	68	95	82	16
OCT.	156.7	107.37	2.2	14.96	22.2	30.7	26.5	67	94	81	14
NOV.	50.0	103.82	2.6	14.09	23.7	32.1	27.9	60	94	77	2
DEC.	2.0	117.80	2.2	14.77	20.5	32.2	26.3	50	91	71	1
ANN	1308.1	1467.86	3.5	14.18	21.5	31.5	26.5	56	93	75	94

Note: Min = Minimum

Max = Maximum

Rainy day = When rainfall >0.02 mm

Source: International Institute of Tropical Agriculture, Agroclimatology Unit, Ibadan, Nigeria (1994).

The stability of pH and increase in exchangeable acidity under slash and burn as against increased pH and decreased exchangeable acidity in other treatments could be linked with the alkaline effect of the ash deposited after burning enjoyed by slash and burn treatment over others. Reduction in organic carbon and organic matter contents under slash and burn and conventional treatments as against the increase under herbicide and minimum tillage could be partly accounted for by the burning effects, leaching and/or higher rate of mineralization following soil structure destruction. Total nitrogen which followed the above trend might be ascribed to loss by volatilization of nitrogen following burning and leaching under slash and burn and conventional tillage, respectively. The general decrease of available phosphorus in all treatments may be linked with leaching, uptake by the crop and a possible fixation in the soil microbial cells. Agboola (1985) and Donahue et al. (8) had earlier made similar observa-

tion. The variations observed in base saturation, exchangeable bases and cation exchange capacity for the treatments could be ascribed to the presence of ash under slash and burn plot, leaching and differential rates of solubilization among treatments. The differences observed in extractable micronutrients in perhaps due to slight variations in pH values after cultivation. The results are in line with those reported by Agboola (2) and Dinauer (7).

Conclusions

The study revealed that precipitation is a major factor when tillage or land preparation options are to be considered in south western Nigeria. It could be recommended that in zones with moisture deficits and where labour cost is low and its availability assured, zero tillage appears a better option. Conventional tillage seems a better option for farming at commercial scale in areas where adequate precipitation is guaranteed.

Literature

1. Agboola, A.A., 1981. The effects of different soil tillage and management practices on the physical and chemical properties of soil and maize yield in a rainforest zone, Western Nigeria. *Agron. J.* **73**: 247-251.
2. Agboola, A.A., 1985. Current programmes, problems and strategies for land clearing and development in Nigeria. In: *Tropical land clearing for sustainable agriculture*. Proc. of IBSRAM workshop 27 Aug.-Sept., Jakarta and Bukittinggi, Indonesia, pp. 177-193.
3. Akobundu, I.O. & Deutsch, A.E. (eds), 1983. No tillage crop production in the tropics, 1PP, Oregon State University, Corvallis-IPPC Doc. 46-3-83, 235 pp.
4. Blake, G.R. & Hartage, K.H., 1986. Bulk density, pp. 363-375. In: A. Klute (ed.), *Methods of Soil Analysis*. part I. Monograph 9. American Society of Agronomy, Madison, WI.
5. Bouyoucos, G.H., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*, **43**: 434-438.
6. Bray, R.H. & Kurtz, L.T., 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, **59**: 39-45.
7. Dinauer, R.C. (ed.), 1972. *Micronutrients in Agriculture*. Soil Science Soc. Aniv., In: Madison, Wisconsin, 666 pp.
8. Donahue, R.L., Miller, R.W. & Shickluna, J.C., 1990. *Soils: An introduction to soils and plant growth* (5th ed.) Prentice Hall-India, New Delhi, pp. 421-453.
9. Emechebe, A.M. & Shoyinka, S.A., 1985. Fungal and bacterial disease of cowpeas in Africa. In: Singh, S.R. and Rachie, K.O. (eds.) *Cowpea Research, Production and Utilization*. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 173-192.
10. Ezedinma, F.O.C., 1964. Effect of preparatory cultivation on the general performance and yield of cowpeas. *Nigerian Agric. J.* **1**: 21-25.
11. Fadayomi, O.C., 1989. Effects of two tillage systems on crop performance and weed control. *Turrialba* **39**(1): 46-51.
12. Federal Office of Statistics (FOS), 1995. *Annual Abstract of Statistics*, Federal Office of Statistic, Lagos, Nigeria, 403 pp.
13. Food and Agriculture Organisation (FAO), 1965. *Guidelines for soil description*. FAO Flat Paris. 22 pp.

14. Greenland, D.J., 1975. Bringing green revolution to the shifting cultivars. *Science* **190**: 841-844.
15. Henderson, J.S.W. & Stonehouse, D.P., 1988. Effect of soil tillage and time of planting on corn yield and farm profits in southern Ontario. *Can. J. Agric. Econ.*, **36**(1): 127-141.
16. Huxley, P.A., 1975. Zero-cultivation studies at Morogoro, Tanzania. In: Proc. of IITA Collaborator's meeting on Grain Legume Improvement. 8-13 June, IITA, Ibadan, Nigeria. pp. 153-154.
17. Ike, I.F., 1989. Growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in a leosial sandy loam of soil under three cultivation methods. *Nigeria J. Tech. Research* **1**(1): 7-10.
18. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 1979. Selected methods for soil and plant analysis, IITA Manual, Series No. 1, IITA, Ibadan, Nigeria. 86 pp.
19. Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. Englewood Cliffs, New York, Prentice-Hall, Inc., 498 pp.
20. Jackson, M.L., 1962. *Soil Chemical Analysis*. 2nd ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New York. 326-338.
21. Kamara, C.S. & Godfrey-Sam-Aggrey, W., 1979. Time of planting, rainfall and soil moisture effects on cowpea in Sierra Leone. *Expl. Agric.* **15**(4): 315-320.
22. Lal, R., 1979. Soil and micro-climatic considerations for developing tillage systems in the tropics. In: R. Lal (ed.) *Soil tillage and crop production*, pp. 48-62. IITA Proc. Series No. 2, IITA, Ibadan, Nigeria.
23. Lal, R. & Dinkins, E.L., 1979. Tillage systems and crop production on an Ultisol in Liberia. In: R. Lal (ed.), *Soil tillage and crop production*, pp. 221-233. IITA proc. Series No. 2, IITA, Ibadan, Nigeria.
24. Lal, R., Wilson, G.F. & Okigbo, B.N., 1978. No tillage farming after various grasses and leguminous cover crops in tropical Alfisols: a Crop performance. *Field Crops Research* **1**: 71-84.
25. Minchin, F.R. & Summerfield, R.J., 1976. Symbiotic nitrogen fixation and vegetative growth of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) in water logged conditions. *Plant and Soil* **25**: 113-127.
26. Nangju, D., 1979. Effect of tillage methods on growth and yield of cowpea and soybean. In: R. Lal (ed.) *Soil tillage and crop production*, pp. 93-108. IITA Proc. Series No. 2, IITA, Ibadan, Nigeria.
27. Ndaeyo, N.U., 1994. Effects of tillage methods on growth and yields of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). M.Sc. Thesis, Dept. of Agronomy, University of Ibadan, Nigeria, pp. 123.
28. Odu, C.T.I., Babalola, O., Udo, E.J., Ogunkunle, A.O., Bakare, T.A. & Adeoye, G.O., 1986. *Laboratory Manual for Agronomic Studies in Soil, Plant and Microbiology*. Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, 83 pp.
29. Olofintoye, J.A. & Mabbayad, B.B., 1981. No till versus conventional tillage. *Philipp. J. Crop Sci.* **6**: 79-86.
30. Omidiji, M.O., Oyedokun, J.B. & Ajunwon, S.O., 1985. Evaluation of some tillage methods for food crop production in southwestern Nigeria. *Proc. Int. Soc. Soil Sci. (Commission IV and VI) organised by the Soil Sci. Soc. Nigeria*, 21-26 July 1985, Ibadan, Nigeria. pp. 48-55.
31. Perkin-Elmer Corp., 1968. *Analytical procedure for Atomic Absorption Spectrometry*, Perkin-Elmer Corp. Norwalk, Connecticut. 37 pp;
32. Phillips, S.H. & Young, H.M. Jr., 1973. *No tillage farming*. Reiman Associates, Milwaukee, Wisconsin, pp. 224.
33. Smyth, A.J. & Montgomery, R.F., 1962. *Soils of Central Western Nigeria*. Government Press, Ibadan, Nigeria. 42 pp.
34. Stonehouse, D.P., 1991. The economics of tillage for large-scale mechanized farms. *Soil Tillage Res.* **20**: 333-351.
35. Thiagalingam, K., Gould, N. & Watson, P., 1991. Effect of tillage on rainfed maize and soybean yield and nitrogen requirements for maize. *Soil Tillage Res.* **19**: 47-54.
36. Walkley, A. & Black, I.A., 1934. An examination of the Degtjareff method for determination of soil organic matter. *Soil Science*, **37**: 29-38.

N.U. Ndaeyo, Nigerian, Department of Agronomy, University of Uyo, Uyo, Nigeria.

E. A. Aiyelari, Nigerian, Ph. D., Department of Agronomy, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

Coût de l'épuisement du sol en zone cotonnière camerounaise: impact sur l'environnement

F. Mahop* & E. Van Ranst**

Keywords: Mineral balance – Gross margin – Cotton – North-Cameroon.

Résumé

Le développement de la culture cotonnière au Nord-Cameroun se heurte à une insuffisance de terres fertiles, en raison de leur dégradation et de la concurrence d'autres cultures. Dans ce contexte, le passage de la culture itinérante du coton à la culture fixée nécessite que l'on porte une attention particulière à la dégradation de la fertilité des sols. L'approche proposée, basée sur l'analyse du bilan minéral de la culture (exportation – apports éléments NPK), a permis d'estimer le coût de l'épuisement du sol par rapport au prix des engrais. L'application de cette méthode au cas du bassin cotonnier camerounais montre qu'en réalité, 22,5% environ de la marge brute par hectare provient de l'épuisement du sol.

Summary

The expansion of cotton cultivation in North-Cameroon is restricted due to insufficiency of fertile land, as a result of soil degradation and competition from other crops. In this context, the transition from shifting cultivation towards a sustainable system of cotton production requires a particular attention with regard to soil fertility degradation. The proposed approach, based on determination of the mineral balance due to crop cultivation (exportation – supply of NPK), allowed to estimate the cost of soil fertility degradation with respect to fertilizer prices. Application of this methodology to the cotton basin in North-Cameroon, revealed that approximately 22,5% of the gross margin per hectare results from soil degradation.

Introduction

La culture cotonnière au Nord-Cameroun a connu un développement remarquable depuis le début des années soixante, où la surface plantée était d'environ 65 000 ha pour une production de 30 000 à 40 000 tonnes, jusqu'à la fin des années quatre-vingt où la surface atteint 100 000 ha pour une production de 120 000 à 150 000 tonnes de coton-graine (12). Cette performance, certes, est le résultat de l'amélioration simultanée des pratiques culturales et de la sélection variétale, mais c'est surtout l'intérêt des cultivateurs pour cette culture. Cependant, au début des années soixante-dix, les services d'encadrement ont constaté en plusieurs localités de la zone cotonnière, un plafonnement, voire une diminution des rendements. Ces constats semblent remettre en cause la rentabilité des programmes d'intensification et traduisent une dégradation des terres dans les systèmes de culture actuels. Il a semblé opportun, à la lumière de cette situation, d'évaluer le coût financier de l'épuisement du sol par la culture cotonnière, par rapport au niveau d'intensification actuelle.

Matériel et méthodes

Données générales

La culture cotonnière au Nord-Cameroun est concentrée entre le 8^e et le 10^e degré de latitude nord. Elle intéresse toute la partie du territoire située au nord du 7^e parallèle (Figure 1). Cette région, communément appelée bassin cotonnier, couvre les régions septentrionales du pays depuis la bordure nord des hautes

terres centrales, jusqu'au lac Tchad, et compte une population de 2 400 000 habitants environ, inégalement répartis sur une superficie de 100 530 km².

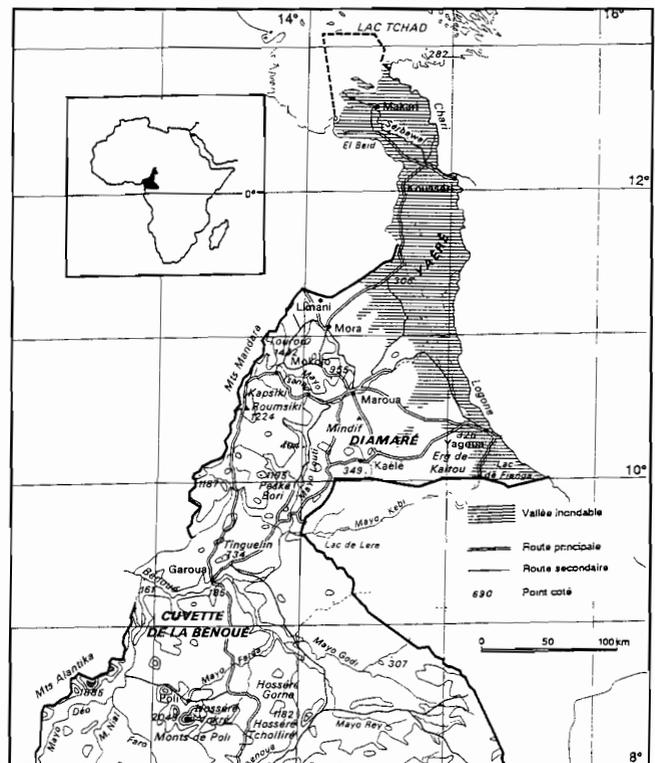


Figure 1. Carte de situation de la zone d'étude.

* Université de Dschang, Département des sciences du sol, B.P. 222 Dschang, Cameroun.

** Université de Gand, Laboratoire de pédologie, Krijgslaan 281 (S8), 9000 Gand, Belgique.

Reçu le 29.10.96 et accepté pour publication le 10.02.97.

La distribution des zones de culture cotonnière au Cameroun est régie par les conditions climatiques, pédologiques et humaines. Le régime climatique, de type tropical contrasté, comprend:

(1) *le climat soudano-sahélien*, puis *sahélien* (stations de Maroua et Kousséri) lui succède vers l'extrême-nord. La saison sèche s'allonge de 6 à 8 mois à mesure que les précipitations diminuent (800 mm à Maroua, 600 mm à Kousséri). La température moyenne annuelle est de 28-29°C, avec une amplitude annuelle de 6°C;

(2) *le climat soudanien* (station de Garoua) couvre l'ensemble de la cuvette de la Benoué dont l'altitude est comprise entre 200 et 400 m. La pluviométrie varie graduellement de 1400 à 800 mm vers le nord, et comporte 4 à 6 mois secs. La température moyenne est proche de 27°C.

Les sols

Le coton est principalement cultivé sur les sols ferrugineux plus ou moins lessivés. Ces sols, généralement de bonne qualité physique, présentent des réserves chimiques faibles et leur potentiel de production est limité en culture continue sans fertilisation. On cultive également le coton sur les sols alluviaux le long des dépressions inondables (6).

Utilisations des terres pour la culture cotonnière

Un mode d'exploitation (culture pluviale) et trois types d'utilisations des terres pour la culture cotonnière ont été identifiés (7). Les trois types d'utilisation sont respectivement:

(i) la culture traditionnelle, représentant environ 5% des surfaces cultivées (avec un rendement de l'ordre de 500 à 700 kg ha⁻¹);

(ii) la culture attelée (85% avec des rendements variant entre 900 et 1500 kg ha⁻¹); et

(iii) la culture motorisée (10% avec un rendement moyen supérieur à 1400 kg) pratiquée surtout dans le sud-est du bassin cotonnier.

La culture attelée reste la pratique la plus répandue et le labour, le mode de préparation dominant (92%).

En ce qui concerne la fertilisation de la culture cotonnière, la vulgarisation, assurée par la Société de développement de la culture cotonnière (Sodécoton), propose les doses suivantes par hectare en fonction de la date de semis (semis tardif = quantités moins importantes):

Zone nord (Diamaré) 100 kg NPKSB (15-20-15-6-1)
ou 400 kg de tourteau de coton
200 kg NPKSB
ou 800 kg de tourteau de coton

Zone sud (Benoué) 100 kg NPKSB + 50 kg d'urée
200 kg NPKSB + 50 kg d'urée

Les types et les quantités d'engrais ainsi définis doivent être combinés en moyenne à six traitements phytosanitaires par campagne. Ces recommandations, pour des raisons diverses, ne sont généralement pas respectées, comme le montre le tableau 1. La production du coton est assurée principalement par la variété IRMA 1243, et à moindre échelle par IRMA BLT (5). IRMA 1243 sera progressivement remplacée par de nouvelles variétés sorties des sélections de Maroua et Garoua. À ce niveau, un bel avenir semble promis à STAM F, W855, W835, et X1178 (12). Les cotonniers pérennes continuent à être exploités de façon traditionnelle (10).

Données économiques

Comme le montrent les chiffres du tableau 2, la rémunération paysanne a fortement diminué depuis 1986. Le prix d'achat du coton aux producteurs a chuté de près de 32 % en 1990 entraînant une diminution de la marge brute après remboursement des intrants de l'ordre de 48 %. Les revenus par planteur, eux, ont baissé de moitié entre 1986-1992. Le tableau 3 présente le prix de vente des principaux types d'engrais utilisés en zone cotonnière.

Méthode

La méthode suivie comporte les étapes suivantes:

(i) estimation des exportations des éléments NPK pour un rendement moyen de 1 300 kg ha⁻¹ observé en sept campagnes (1985-1992) à la Sodécoton;

(ii) évaluation des besoins en engrais pour produire 1 300 kg ha⁻¹; et

(iii) calcul de l'épuisement du sol en terme monétaire par estimation du coût total de la compensation des pertes du sol, et la valeur de fumure utilisée annuellement pour l'ensemble du bassin cotonnier.

Estimation des exportations moyennes de NPK

À partir des prélèvements des éléments nutritifs par la plante et leur concentration dans les différentes parties

Tableau 1

Niveau d'intensification et rendements moyens observés en culture commerciale dans le bassin cotonnier camerounais

Région	Secteur	Engrais (kg ha ⁻¹)	Nombre de traitements	Rendement (kg ha ⁻¹)
Plaine Diamaré	Maroua	90	5,1	975
	Kaélé	111	4,8	1037
	Tchatibali	134	5,0	1054
Nord-Benoué	Guider	141	4,8	1450
	Garoua Est	181	4,7	1590
Sud-Benoué	Garoua Ouest	200	5,2	1535
	Touboro	215	5,3	1542

source: sodécoton (12)

Tableau 2
Évolution de la rémunération paysanne de la filière coton.

Élément de rémunération	1985/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92
Valeur Production coton							
• Prix moyen (Fcfa kg ⁻¹)	136,13	134,29	126,07	123,51	90,94	90,66	93,13
• Achats coton (millions Fcfa)	15 729	16 487	14 334	20 433	9 447	10 268	10 650
• Ristourne (millions Fcfa)	1 733	1 842	1 313	-	-	-	-
Rendements (kg ha⁻¹)	1 295	1 300	1 200	1 482	1 167	1 207	1 273
Revenus producteurs (Fcfa)							
• Revenus par tonne							
• Revenus bruts	136 129	134 290	126 066	123 510	90 943	90 659	93 126
• Charges	22 243	21 316	26 366	24 268	25 231	24 578	23 058
• Revenus nets	113 886	112 974	99 699	99 242	65 711	66 081	70 068
• Ristourne	15 000	15 000	15 000	0	0	0	0
• Revenus totaux	128 886	127 974	114 699	99 242	65 711	66 081	70 068
• Revenus par hectare							
• Revenus bruts	176 270	174 539	151 287	183 083	106 140	109 450	118 533
• Charges	28 801	27 764	31 641	35 973	29 448	29 672	29 349
• Revenus nets	147 469	146 775	119 646	147 110	76 692	79 778	89 184
• Ristourne	19 423	19 496	13 856	0	0	0	0
• Revenus totaux	166 892	166 271	133 501	147 110	76 692	79 778	89 184
• Revenus par planteur							
• Revenus nets	92 099	95 860	75 010	84 361	40 384	42 750	46 457
• Charges/revenu (%)	16,34	15,91	20,91	19,65	27,74	27,11	24,76

Source: Sodécoton (12)

du végétal, on peut estimer de manière quantitative l'espérance de rendement (3, 14, 15, 16).

Le prélèvement d'un élément nutritif (PEN) par la plante peut être estimé par la relation:

$$PEN = RCi * CMERci + (Bn - RCi) * CMERes$$

PEN = prélèvement total de l'élément par la plante (kg ha⁻¹)

RCi = rendement cible ou observé (1 300 kg ha⁻¹)

CMERci = concentration moyenne de l'élément dans RCi (kg kg⁻¹)

Bn = biomasse nette calculée selon la méthode FAO (4) (kg ha⁻¹)

Bn-RCi = résidu de culture (kg ha⁻¹)

CMERes = concentration moyenne de l'élément dans le résidu de culture (kg kg⁻¹)

La majorité des références bibliographiques donnant des estimations des exportations minérales du cotonnier les rapportent à la production du coton-graine. Une extrapolation des données à une situation précise ne peut se faire qu'avec une précision faible, comme le montre le tableau 4 présentant les exportations minérales du cotonnier, calculées à partir des données recueillies par l'IRCT (Institut de Recherches du Coton et des Textiles exotiques), assorties de leur coefficient de variation pour bien indiquer les limites. Les valeurs de CMERci et CMERes pour N, P et K sont tirées du tableau 4.

Le calcul de la biomasse nette du bassin cotonnier camerounais (7) basé sur le modèle de croissance des plantes développé par la FAO (4), est donné par la relation:

$$Bn = [0,36 * bgm * KLA] / [(1/L) + 0.25 * Ct]$$

Bn = biomasse nette calculée en matière sèche (kg CH₂O ha⁻¹)

bgm = taux maximum de production brute de matière sèche (kg CH₂O ha⁻¹ h⁻¹)

KLAI = facteur de correction pour un indice foliaire (LAI) inférieur à 5 m² m⁻²

L = nombre de jours nécessaires à la plante pour atteindre sa maturité

Ct = coefficient de respiration (fonction de la température t)

Tableau 3
Prix de vente des engrais aux producteurs

Type d'engrais	Coût des engrais	
	Fcfa/sac de 50 kg	Fcfa kg ⁻¹
Engrais complet type NPKSB 15-20-15-6-1	6 000	120
Engrais complet type NPKSB 22-10-15-5-1	6000	120
Urée	5000	100
Phosphate	5000	100
KCl	5000	100
Tourteau de coton complétement	1250	25

Source: Sodécoton, note de service n° 118/92/DAR/LG/JG concernant prix de vente des intrants - campagne 92/93

Tableau 4

Exportations moyennes par kg du cotonnier
en conditions pluviales africaines
Données recueillies par l'I.R.C.T.

Exportations	Éléments (kg kg ⁻¹)					
	N	S	P	K	Ca	Mg
Coton-graine	0,017	0,002	0,003	0,006	0,001	0,002
CV%	10,7	81,0	25,9	17,1	37,5	13,2
Résidu	0,006	0,002	0,002	0,010	0,008	0,002
CV%	18,1	74,8	32,1	28,2	38,9	25,6

Source: Braud, 1987 (1)

Prélèvement de base (PB)

$$PB = RT * PEN/RCi$$

avec

PB = prélèvement de base de l'élément (fertilité naturelle du sol) (kg ha⁻¹)

RT = rendement du témoin sans engrais (kg ha⁻¹)

PEN = prélèvement total d'élément par la plante (kg ha⁻¹)

RCi = rendement cible ou observé (1 300 kg ha⁻¹)

Estimation des besoins en engrais

Les prélèvements par la plante comprennent ce que l'on récolte, c'est-à-dire le coton-graine, mais aussi les parties de la plante qui ne sont pas restituées au sol. Les pertes d'éléments nutritifs par percolation profonde ou lixiviation sont généralement moins fortes en zone soudanienne ou soudano-guinéenne qui présentent des excédents pluviométriques. Ces pertes ont été chiffrées dans le centre de la Côte-d'Ivoire où elles représentent 7 à 17 kg de N, 1 à 2 kg de K₂O, 18 à 50 kg de CaO, et 6 à 21 kg de MgO par hectare (11). Il faut aussi tenir compte des pertes par volatilisation qui concernent l'azote (20 à 30 %) des apports sous forme d'engrais chimiques (11).

Les besoins en engrais pour atteindre un rendement cible peuvent être calculés si on connaît:

(i) les prélèvements de base par la plante (fertilité naturelle);

(ii) les prélèvements totaux de chaque élément (PEN) pour atteindre le rendement cible (RCi);

(iii) la fraction de l'élément qui est prélevée par la plante ou en d'autres termes le coefficient d'utilisation des engrais (CUE); et

(iv) la concentration de l'élément (CE) dans l'engrais.

$$BE = (PEN - PB)/(CUE * CE)$$

avec

BE = besoins en engrais

PEN = prélèvements totaux

PB = prélèvement de base

CUE = coefficient d'utilisation des engrais

CE = concentration de l'élément dans l'engrais

Le coefficient d'utilisation des engrais (CUE)

En théorie, le coefficient d'utilisation des engrais peut prendre des valeurs comprises entre 0 et 1. En pratique, il varie de l'ordre de 0,1 à environ 0,8. Un coefficient d'utilisation de N et K de l'ordre de 0,5 à 0,6 est considéré comme normal (3, 15, 16). Quant au coefficient d'utilisation du phosphore, il varie avec le pouvoir fixateur des sols: de 0,3 pour les sols sableux à 0,02 pour les sols volcaniques riches en allophane (3). Le coefficient 0,2 utilisé dans cette étude correspond en moyenne à celui de la gamme des sols fréquemment cultivés en coton (sols ferrugineux à pH faiblement acide, sols alluviaux jeunes).

Résultats et discussion

Pour un rendement moyen de 1300 kg ha⁻¹ observé en zone cotonnière pendant une période de sept ans, on peut déterminer les besoins en azote, phosphore et potassium, permettant d'équilibrer le bilan minéral des sols.

Prélèvements totaux de N

Les prélèvements totaux de l'azote sont donnés par la relation,

$$PEN(N) = 0,017 \times 1300 + (8666 - 1300) \times 0,006 = 66 \text{ unités de N}$$

Prélèvement de base (PB)

$$PB(N) = RT * PEN(N)/RCi$$

avec

PB(N) = prélèvement de base de N

RT = rendement du témoin

Ainsi pour un prélèvement de base par le témoin produisant 700 kg ha⁻¹,

$$PB(N) = 700 \times 66/1300 = 35,5 \text{ unités de N.}$$

Besoins totaux pour compenser les prélèvements et autres pertes

À la lumière des travaux réalisés par l'IRCT (2), au centre de la Côte-d'Ivoire et sur la base des informations recueillies à partir d'autres références bibliographiques (3, 14, 15, 16), on peut estimer le coefficient d'utilisation des engrais azotés et potassiques à 0,6 ou 60%. La concentration de l'azote dans un engrais donné (par exemple, l'urée à 46 %) permet de calculer les quantités moyennes d'engrais azotés nécessaires à l'équilibre:

BE (N) = $(66 - 35,5)/(0,6 \times 0,46) = 110,5$ kg d'urée ou 50,8 unités fertilisantes.

Les résultats du même calcul fait pour les éléments P et K sont consignés dans le tableau 5.

Besoins minimum en engrais

Les exportations annuelles en NPK présentées dans le tableau 5, (50,8 N, 43 P₂O₅, 62,7 K₂O) doivent être compensées au minimum par 215 kg de NPKSB (15-20-15-6-1) qui apportent 32,3 N, 43 P₂O₅ et 32,3 K₂O. Le complément en N et K soit 18,5N et 30,4 K₂O, peut être fourni par 40 kg d'urée à 46% et 50,7 kg de KCl à 60%.

Coût minimum des engrais par hectare

Le coût minimum des engrais calculé sur la base des prix pratiqués par la Sodécoton en 1992 (cf. tableau 3) est de:

215 kg de NPKSB x 120 Fcfa	=	25 800 Fcfa
40 kg d'urée x 100 Fcfa	=	4 000 Fcfa (1 FF = 100 Fcfa)
50,7 kg de KCl x 100 Fcfa	=	5 070 Fcfa
		Total = 34 870 Fcfa

Si l'on considère 100 000 hectares cultivés par an, la valeur totale des exportations en NPK peut être estimée à : 34 870 Fcfa ha⁻¹ x 100 000 ha soit 3,487 milliards Fcfa. Il faut cependant tenir compte de la valeur des fumures utilisées dans l'ensemble du bassin cotonnier. Les quantités d'engrais consommées par la culture cotonnière en 1991 étaient évaluées à près de 13 860 tonnes. À la lumière de ces informations, si on estime à 14 000 tonnes la quantité d'engrais consommée annuellement par la seule culture cotonnière, représentant un investissement de 1,68 milliard de Fcfa (14 000 tonnes x 120 000 Fcfa), l'épuisement du sol est équivalent à 1,807 milliard de Fcfa (3,487- 1,68), soit 18 070 Fcfa ha⁻¹. La marge brute moyenne par hectare depuis la chute des prix du coton en 1989 de plus de 30 % est de l'ordre de 80 000 Fcfa par hectare (12). Peut-on conclure que 22,5 % ((18 070/80 000) x 100) du revenu agricole est basé sur l'épuisement du sol par la seule culture cotonnière ?

Ce calcul peut être affiné pour obtenir des données plus précises, mais l'ordre de grandeur estimé nous présente l'importance du phénomène. Le coût de la restitution n'étant pas proportionnel aux exportations, au-delà d'un certain seuil, la situation devient irréversible; la réhabilitation des terres est impossible. Des estimations effectuées en Côte-d'Ivoire (1), au Mali (13) et au Tchad (9) donnent un coût de dégradation du même ordre de grandeur (entre 14 000 et 20 000 Fcfa ha⁻¹).

Tableau 5

Besoins totaux en éléments fertilisants pour un rendement de 1 300 kg ha⁻¹

Éléments	CMErci CMEres		PEN	PB	CUE	BE
	(kg kg ⁻¹)					
Azote	0,017	0,006	66,0	35,5	60	50,7
Phosphore	0,003	0,002	18,6	10,0	20	43,0
Potassium	0,006	0,010	81,5	43,9	60	62,7

Analyse de la situation

Les régimes fonciers ont un impact sur la gestion des terres. La zone d'étude fonctionne sous deux régimes fonciers traditionnels: une appropriation individuelle et une gestion collective des terres. À l'ouest du bassin cotonnier (zone montagneuse), la terre appartient à la collectivité, mais elle est partagée entre les différentes familles qui peuvent la transmettre par hérédité. Chez les musulmans qui occupent la plaine, la gestion de la terre revient au chef. C'est lui qui attribue la terre aux familles dont il a la responsabilité et aux immigrés.

Avec l'introduction de la culture cotonnière et d'autres cultures de rente, la terre a pris une valeur marchande. Les chefs traditionnels tendent à limiter les ventes définitives des terres au profit des locations. Cette pratique leur permet de garder le contrôle d'un espace convoité par les montagnards et d'autres peuples non musulmans. La prolifération des locations et surtout l'absence de sécurité des locataires font peser une menace au potentiel agricole.

Les locataires n'usent pas de la terre avec les mêmes soins que lorsqu'elle leur appartient. Ils ne peuvent pas planter d'arbres pour couvrir le sol et mettre ainsi sur pied un potentiel passif de renouvellement de la fertilité du sol. Le faire serait une preuve de la volonté d'appropriation du locataire. Conséquence : on exploite le sol et l'on va plus loin lorsqu'il est usé (8).

La suppression des acquisitions de terrains à la faveur de l'extension des locations risque d'être nocive au renouvellement d'un couvert végétal minimum et d'accentuer les effets de l'érosion. Les migrants, dans le bassin de la Benoué, victimes parfois des exactions des chefs traditionnels, exploitent le potentiel écologique comme s'il ne leur appartenait pas. Ils font de l'extensif et déboisent de larges superficies dont ils n'ont pas souvent l'usage immédiat. La perpétuation de telles pratiques menace de désertification un environnement dont il faudrait pourtant assurer la gestion harmonieuse.

Conclusion

La pression foncière est devenue plus contraignante dans la partie septentrionale du bassin cotonnier camerounais où les atteintes à l'environnement sont beaucoup plus marquées. Les problèmes de gestion de la fertilité des sols deviennent une contrainte majeure.

re, avec la disparition des jachères et une généralisation de la culture continue qui provoque une chute sensible des rendements. C'est ainsi que sur une grande partie de cette zone, l'évolution des conditions de production est préoccupante.

Certes, l'intensification de la culture cotonnière a apporté un début de réponse aux problèmes de fertilité des terres. L'agriculteur fait suivre son coton par des céréales (mil, sorgho) pour qu'elles bénéficient d'un arrière-effet de l'engrais épandu sur le coton. Mais cette réponse reste partielle car il est bien évident que cet arrière-effet n'est pas suffisant pour compenser les exportations du coton et celles des autres cultures qui

lui succèdent. Le principe de la méthode de calcul présentée donne un ordre de grandeur des exportations, mais il reste à valider les résultats pour motiver les bailleurs de fonds à prendre en compte le coût de la dégradation des ressources naturelles dans les calculs économiques des projets de développement agricole.

Remerciements

Les auteurs remercient le Fonds National pour la Recherche Scientifique (Belgique), pour le soutien financier accordé à cette étude qui constitue un volet du programme de recherche « Minéralogie et fertilité des sols tropicaux » (FNRS n° 2.0017.93).

Références bibliographiques

1. Braud, M., 1987. « La fertilisation d'un système de culture dans les zones cotonnières soudano-sahéliennes ». IRCT, Série Doc. Études et Synthèse n° 8. *Cot. fib. trop.*, 32 pp.
2. Cretenet, M., 1987 a. « Aide à la décision pour la fertilisation du cotonnier en Côte-d'Ivoire ». *Cot. fib. trop.*, XLII fasc. 4: 245-254.
3. Driessen, P.M. & Konijn N.T., 1992. *Land-use systems analysis*, Wageningen Agricultural University, Departement of Soil Science & Geology: Malang: INRES, 230 pp.
4. FAO, 1979. *Report on the Agro-Ecological Zones*. Project. Vol.1. *Methodology and results for Africa*. World soil resources report N° 48, 158 pp.
5. Lançon, J., Chanselme, J.L. & Klassou, C., 1990. « Représentativité des essais variétaux en milieu contrôlé, semi-réel ou réel dans la zone cotonnière du Nord-Cameroun ». *cot. fib. trop.* vol. XLIV fasc. 2: 117-122.
6. Mahop, F., Van Ranst E. & Seiny Boukar, L., 1995. Influence de l'aménagement des sols sur l'efficacité des pluies au Nord-Cameroun. *AFES. Etude et Gestion des sols*, 2, 2: 105-117.
7. Mahop, F., 1996. Élaboration d'un modèle d'évaluation biophysique et économique pour la culture cotonnière (*Gossypium hirsutum* L. Étude de cas: Nord-Cameroun. Thèse de doctorat en science, Fac. Sc. Université de Gand, Belgique, 342 pp.
8. PNUD-UNSO, 1993. Gestion de l'espace et utilisation des ressources dans la région soudano-sahélienne, 124 pp.
9. Raymond, G., 1992. « Gestion de la fertilité des sols et production cotonnière dans le sud-Tchad ». *Économie rurale*, n° 208-209: 125-128.
10. Seignobos, J. & Schwendiman, 1991. « Les cotonniers traditionnels du Cameroun ». *Cot. fib. trop.*, vol. 46, fasc. 4: 309-333.
11. Sement, G., 1986. Le cotonnier en Afrique tropicale ACCT, Paris, 133 pp.
12. Sodécoton., 1993. Rapport annuel, campagne agricole 1992-1993, 82 pp.
13. Van der Pol, F., 1990. Soil mining as a source of farmers income in Southern Mali. *Agricultural Development Working paper*. KIT (Institut royal des tropiques), 45 pp.
14. Van Diepen, C.A., Van Keulen, H., Wolf, J. & Berkhout, J.A.A., 1991. « Land evaluation: from intuition to quantification ». Dans: Stewart B.A. (ed). *Advances in Soil Science*, Vol. 15: 139-204. Springer-Verlag. New York.
15. Van Keulen, H. & Van Heemst, H. (EDS), 1982. « Crop response to the supply of macronutrients ». *Agric. Res.*, 916. Pudoc, Wageningen.
16. Van Keulen, H., 1986. « Crop yield and nutrient requirements ». Dans: Van Keulen et Wolf (EDS). *Modelling of agricultural production: weather, soil and crop*. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen. pp. 155-180.

F. Mahop, Camerounais, Dr Ir agronome, Dr en Sciences agronomiques. Travaille au Département des Sciences du Sol, Université de Dschang, Dschang, Cameroun.

E. Van Ranst, Belge, Prof. Dr en Sciences du Sol (RUG), M. Sc. en Pédologie. Directeur du Laboratoire de Pédologie à l'Université de Gand (RUG).

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

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTA'S

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Elevage commercial de grenouilles en Malaisie

J. Hardouin

Keywords: Minilivestock – Frog farming – Raniculture – *Rana catesbeiana* – *Rana tigerina* – Infrastructures – Management.

Résumé

L'auteur rappelle que des exemples d'élevages commerciaux de grenouilles existent dans divers pays. Il estime également qu'il est illusoire de vouloir faire interdire la consommation de cuisses de grenouilles, mais qu'il faut au contraire contrôler les origines des cuisses vendues et importées. La chasse-braconnage incontrôlée devrait être remplacée par des productions rationnelles et durables. Un grand élevage commercial situé près de Singapour est décrit, tant pour ses infrastructures assez simples que pour l'organisation de la production par lots. Les deux espèces exploitées sont les grenouilles-taureaux américaine *Rana catesbeiana* et asiatique *R. tigerina*. L'existence de techniques d'abattage des grenouilles en tous points similaires à ce qui se pratique pour les animaux domestiques classiques est mentionnée.

Summary

Commercial frog farms exist in several countries. It seems hopeless believing that frog leg consumption can be prohibited, and the solution is probably a very strict control of the origin of the legs sold and imported. Uncontrolled hunting-poaching of frogs should be replaced by sustainable and rational breeding of frogs for sale. A large frog farm located near Singapore is described with the infrastructure and the management of the production. The two species bred are the American and the Asian bull-frogs *Rana catesbeiana* and *R. tigerina*. It is also mentioned that appropriate slaughtering techniques exist for frogs based on same guidelines as for conventional farm animals.

Introduction

Le souci de diversifier les activités agricoles et la volonté d'identifier des créneaux porteurs incitent depuis un certain temps les opérateurs économiques des pays tropicaux à se lancer dans des spéculations nouvelles. L'ouverture apportée par le mini-élevage (5, 7) suscite beaucoup d'intérêt dans les pays en développement, notamment parce qu'il s'agit toujours d'une utilisation d'espèces animales locales. Des exemples très divers sont maintenant connus (1), comme l'élevage villageois ou citadin d'aulacodes *Thryonomys swinderianus* au Gabon, l'utilisation de vers de compost *Eudrilus eugeniae* en alimentation des volailles et en traitement des immondices urbains au Cameroun, la production contrôlée d'escargots géants *Achatina* sp ou *Archachatina* sp accompagnée de cycles de formation en achatiniculture au Bénin, sans oublier la création de jardins floraux villageois en Papouasie Nouvelle Guinée ou de fermes spécialisées à Madagascar en élevage de papillons destinés à la vente en exportation.



Figure 1A et 1B. Grenouille-taureau.

L'élevage de grenouilles est encore peu répandu, mais il existe. Le Brésil est probablement un des pays les plus avancés en la matière, avec de très nombreuses fermes commerciales élevant la grenouille-taureau américaine. Le Burundi a envisagé sérieusement d'organiser une production rationnelle avec une des espèces locales *Discoglossus occipitalis* (12), et des fermes à grenouilles sont apparues vers 1975 en Thaïlande (9). L'élevage philippin décrit précédemment (4) semble avoir actuellement disparu, mais son débouché était probablement trop spécifique. Même en France, des mises au point ont été réalisées dès 1979 (2, 10, 11). L'élevage de grenouilles est également pratiqué en Italie (8).

On semble admettre actuellement qu'il est illusoire de vouloir faire interdire la consommation de cuisses de grenouilles en Europe, car il s'agit d'un plat hautement apprécié par les gastronomes. Une surexploitation des espèces locales a cependant entraîné des réductions catastrophiques de certaines populations sauvages locales, suivies souvent par la protection intégrale de certaines espèces. Des interdictions de récolte dans la nature existent en Europe. La demande est donc rencontrée par des importations, provenant essentiellement d'Asie, avec un montant voisin de 25 millions ECU par an pour ce commerce international (6). Il s'agit presque toujours de cuisses de grenouilles congelées provenant de ramassage incontrôlé et suivi de découpage souvent sanguinaire.

La solution de ce problème paraît bien passer par la production contrôlée de grenouilles pour la consommation et le repeuplement, ce qui est techniquement possible mais économiquement encore défavorable en Europe. Il est donc utile de faire connaître des cas de production commerciale pour s'en inspirer, et permettre par la même occasion d'envisager à moyen terme le remplacement des importations par des productions issues d'élevages rationnels. C'est à ce prix que l'Europe n'exportera pas son problème du déclin des populations locales de grenouilles par surexploitation.

Les demandes d'informations sur les méthodes d'élevage des grenouilles sont nombreuses, et il a donc paru opportun de synthétiser les observations réalisées dans un grand élevage commercial de grenouilles destinées à la consommation. Les grandes lignes du système sont en effet valables pour d'autres espèces et d'autres milieux, à condition de procéder aux adaptations toujours indispensables.

Situation et infrastructure de l'élevage

L'élevage décrit est situé au sud de l'Etat Fédéral de Malaisie, à Kota Tinggi distant de 40 km environ à l'Est de Johar Bahru, Etat de Johar à proximité immédiate de Singapour. Cette exploitation, localisée à environ 3° de latitude Nord et 103° de longitude Est, a été créée dans un milieu équatorial humide, presque au niveau de la mer. Elle est encore entourée des vestiges de la végétation forestière naturelle et de plantations où dominent le palmier à huile *Elaeis guineensis*,



Figure 2. Vue générale d'une partie de la ferme en milieu forestier tropical.

le cocotier *Cocos nucifera* et l'arbre à caoutchouc *Hevea brasiliensis*.

La ferme est essentiellement composée de séries d'enclos à sol bétonné et à murs pleins étanches; la surface au sol de chaque enclos varie de 15 à 25 m², et les murs ont une hauteur de 1,2 m environ. Une baie dans la partie supérieure du mur permet de faciliter l'entrée dans l'enclos; cette baie doit être fermée par un panneau amovible. Chaque enclos dispose de son tuyau d'approvisionnement en eau propre et de son circuit d'évacuation des eaux usées. Le niveau d'eau dans chaque bassin peut être réglé de manière précise mais simple, afin de répondre aux besoins physiologiques des grenouilles.

Une partie de chaque enclos est recouverte d'un toit simple destiné à fournir de l'ombre. Des filets à larges mailles entourent complètement les côtés et le dessus de chaque série d'enclos pour éviter la prédation par les oiseaux. Le toit et les supports pour les filets de protection doivent permettre à ceux qui entreront dans l'enclos d'y travailler debout.

L'élevage de grenouilles est en principe très simple et bien connu; la maîtrise des conditions convenant aux œufs et aux têtards est cependant beaucoup plus

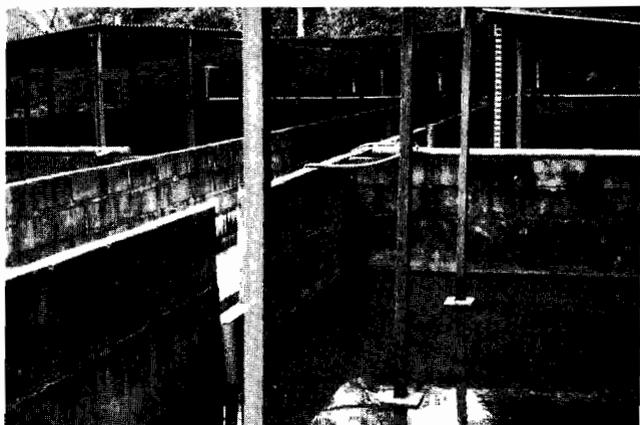


Figure 3 : Intérieur d'enclos.

aisée que pour les stades juvéniles et adultes. Une fois dotés de pattes, les batraciens ont en effet besoin de territoires émergés et de surfaces en eau, le tout combiné avec des zones à l'abri du soleil. On a donc aménagé dans chaque enclos soit des îlots artificiels bétonnés et plats soit des plans inclinés.

La ferme possède un effectif moyen variant autour de 35.000 grenouilles et est orientée vers la vente de sujets vivants prêts à être abattus pour la consommation locale. Pour des raisons liées aux habitudes alimentaires, le producteur élève la grenouille-taureau d'origine américaine *Rana catesbeiana*, présente dans le pays depuis assez longtemps déjà, mais dont les premiers reproducteurs ont été importés de Taïwan. Le choix de cette espèce, critiquable puisqu'il s'agit d'introduction d'une espèce étrangère, repose sur le poids vif élevé de cette grenouille qui atteint près de 500 g à l'état adulte. Les habitants, surtout ceux apparentés à la communauté d'origine chinoise, consomment en effet les pattes postérieures mais aussi les pattes antérieures ainsi que le thorax, et trouvent autant à manger sur une grenouille que sur un petit pigeonneau.

Une deuxième espèce de grenouilles est cependant élevée dans la même exploitation dans des séries d'enclos séparés, afin de répondre à une demande spécifique mais quantitativement moins importante parmi les acheteurs jouant le rôle de grossistes. Il s'agit de la grenouille-taureau asiatique *Rana tigerina*, plus petite et ne pesant que 200 à 250 g à l'âge adulte. Elle est élevée de la même manière que sa congénère américaine même si certaines caractéristiques biologiques sont légèrement différentes.

Organisation de la production

Le cycle de production débute avec la mise en eau d'un enclos de manière à ne laisser émerger qu'une toute petite surface, ce qui est aisément réalisé par la détermination du niveau de l'eau. Un couple de reproducteurs est installé dans l'enclos dès que l'eau a atteint le niveau requis et que sa température est stabilisée. La ponte par femelle peut atteindre 20.000 œufs en deux séries espacées de quelques semaines.



Figure 4. Enclos avec plate-forme en béton, plateau pour aliments et très nombreuses grenouillettes issues d'une seule ponte.

Dès que la ponte est terminée, les reproducteurs sont enlevés et transportés dans un autre enclos d'adultes. La charge admise pour les adultes de la grenouille américaine est voisine de 50 à 80 sujets par m². Cette densité passe à 80-100 adultes pour la grenouille-taureau asiatique. Il existe toujours environ 500 paires de reproducteurs adultes dans l'exploitation.

Ce simple transfert de deux grenouilles permet de modifier dans des proportions énormes la proportion d'œufs qui vont évoluer jusqu'à parvenir au stade souhaité (adulte pour la reproduction, ou animal prêt pour la vente et la consommation). En effet, dans la nature, la prédation sur les œufs et sur les têtards qui en sortiront est extrêmement importante, car elle est exercée non seulement par la faune normale des lieux de ponte mais aussi par les grenouilles adultes qui sont cannibales. On estime, sans disposer de chiffres garantis, que le taux de survie dans la nature est sans doute voisin de 10 pour-cent, alors qu'en élevage contrôlé des taux de 90 pour-cent sont obtenus.

Le lot né et métamorphosé dans un enclos y grandira grâce à la modification du niveau de l'eau, de manière à réduire progressivement la surface sous eau et augmenter donc la surface émergée, puisque les grenouillettes puis les grenouilles sub-adultes seront beaucoup moins aquatiques.

Régulièrement, des tris et des modifications des lots auront lieu, comme dans la plupart des élevages de jeunes animaux de rente classique, afin de réaliser en permanence une grande homogénéité des tailles et des poids. Toute hétérogénéité dans un lot se traduit en effet par une augmentation de la différence entre les sujets les plus lourds et donc les plus forts, et les autres dont le retard ne fera que s'accroître.

Vers l'âge de 12 à 15 mois, les grenouilles atteindront une taille commercialisable et seront vendues.

L'alimentation est assurée à partir d'aliments composés du commerce. Les têtards de *R. tigerina* reçoivent dès le troisième jour des granulés dosant 30-40% de protéines, alors que ceux de *R. catesbeiana* ne les reçoivent qu'à partir du cinquième jour. Dès que le stade de grenouillette est atteint, un aliment à 28-40% de protéines suffit jusqu'à la taille commercialisable (9).

Afin de couvrir les besoins physiologiques des grenouilles en eau bien oxygénée, un tuyau laisse tomber l'eau d'une hauteur d'un mètre environ, ce qui introduit suffisamment d'air avec les remous provoqués. Il est évidemment hors de question que les excédents d'eau d'un enclos servent pour l'alimentation en eau d'autres enclos plus en aval, car une telle solution provoquerait la dissémination d'éventuelles maladies d'un enclos à l'autre. Le trop-plein à niveau réglable de chaque enclos doit donc alimenter un réseau de canalisations pour l'évacuation des eaux usées. L'éleveur a signalé que ces eaux chargées de débris alimentaires et de matières fécales des grenouilles sont envoyées dans certains étangs de pisciculture qu'il possède également.



Figure 5. Détails de l'infrastructure : tubes et plate-forme émergée en bois.



Figure 6. Détails d'un enclos montrant le tuyau d'amenée d'eau sous le toit et l'eau tombant de haut dans le bassin.

L'infrastructure de la ferme à grenouilles comporte donc deux réseaux distincts de tuyaux pour l'alimentation et l'évacuation des eaux. Une organisation rationnelle consiste à assurer la circulation des eaux par simple gravité, ce qui suppose l'existence d'une pente naturelle. Des vannes de sécurité ou de dérivation sont prévues aux endroits stratégiques, mais très peu de robinets sont utilisés, les niveaux des eaux étant réglés par une inclinaison plus ou moins forte de

tubes coudés. Par mesure de précaution, un trop-plein fixe de sécurité est prévu dans chaque enclos; son diamètre est supérieur au diamètre du tuyau d'alimentation en eau. Toutes les prises d'eau aménagées dans les enclos sont équipées de crépines pour empêcher, de manière absolue, l'aspiration d'oeufs, de têtards ou de grenouilles lors d'évacuation d'eau.

Des chemins permettant au moins le passage d'une brouette doivent séparer les séries d'enclos qui sont chacun bien identifiés et numérotés. Des tableaux qui y sont affichés mentionnent les dates et les événements importants (introduction des reproducteurs, ponte terminée,...).

La gestion de ce cheptel de grenouilles est basée sur les méthodes habituelles des élevages bien suivis. Les effectifs, dates, poids, consommations, difficultés, incidents,... font toujours l'objet d'écritures dans des registres appropriés. Les dépenses et les recettes sont évidemment suivies de près, ces dernières étant directement liées aux poids atteints. On n'oubliera toutefois pas que la poïkilothermie des batraciens fait que la notion de gain de poids pendant une durée déterminée de temps, classique en élevage de rente courant, ne possède pratiquement pas de sens pour des animaux à sang froid, dont l'intensité du métabolisme est liée aux conditions du milieu ambiant et notamment à la température.

Conclusions

L'élevage contrôlé de grenouilles figure donc maintenant parmi les possibilités de production durable d'espèces appartenant au secteur du mini-élevage. L'existence de fermes commerciales pratiquant cette activité signifie évidemment qu'une rentabilité existe. Celle-ci n'est cependant pas bien documentée par des renseignements chiffrés.

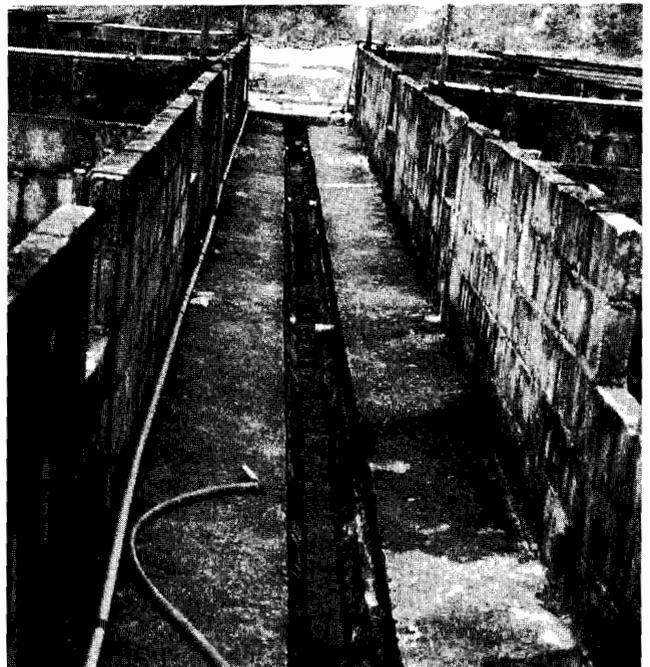


Figure 7. Passage entre enclos avec rigole d'évacuation au milieu et tuyau d'arrivée d'eau le long du mur.

D'autre part, des différences comportementales existent entre les espèces de grenouilles, et ce qui est relativement bien établi pour la grenouille-taureau américaine n'est pas transposable pour d'autres espèces. Toutefois, l'état actuel des connaissances en matière d'élevage de batraciens anoures permet d'éviter des erreurs graves dans le cas où une production contrôlée est envisagée pour d'autres espèces. Or, il existe notamment en Afrique tropicale et équatoriale plusieurs espèces locales de grenouilles, dont certaines sont consommées par les habitants des régions concernées, ou par d'autres communautés après diverses transactions commerciales. On peut donc admettre qu'aujourd'hui, on pourrait entamer sans grands risques techniques l'élevage de grenouilles, pour autant qu'on dispose de terrain approprié, d'eau courante permanente et d'une certaine capacité financière pour assurer les investissements ainsi que le fonctionnement pendant plusieurs mois.

Simultanément, des observations régulières doivent être entreprises dans la nature sur les habitudes, la biologie et l'éthologie des espèces mises en production. Les méthodes susceptibles d'être employées doivent en effet, dans un premier stade, tenter de reproduire les conditions naturelles.

En aucun cas, il ne faut songer à réaliser des importations d'espèces étrangères au biotope où on envisage de créer la ferme à grenouilles. Les performances annoncées avec des grenouilles dans d'autres sites ne doivent pas faire illusion, car elles n'ont aucune chance d'être répétées dans une exploitation nouvelle, surtout si le producteur ne possède aucune expérience professionnelle. L'introduction d'espèces doit toujours être considérée comme une erreur sur le plan de l'écologie, de la biodiversité, et de protection de la nature.

L'existence d'élevages de grenouilles devrait aussi inciter les autorités des pays importateurs de cuisses à réglementer davantage le commerce international, notamment en interdisant les importations de produits qui ne sont pas obtenus dans des fermes contrôlées par les autorités locales. L'Europe ne peut en effet ignorer le risque de massacres liés aux récoltes sauvages, qui conduiront tôt ou tard au déclin de popula-

tions locales de grenouilles qui auront été surexploitées. Dans le même état d'esprit, des introductions de cuisses prélevées sur des espèces protégées par la Convention de Washington doivent être totalement surveillées et prohibées; des techniques récentes de laboratoire permettent en effet de procéder à des identifications ou des exclusions selon les origines.

En ce qui concerne l'Afrique, qui n'exporte rien comme cuisses de grenouilles vers l'Europe, on est en droit de penser qu'une production bien maîtrisée, avec une certaine régularité de fourniture, devrait lui permettre d'exporter des cuisses fraîches ou réfrigérées, au lieu des cuisses congelées venant d'Asie. Un marché pour des produits de qualité supérieure existe probablement.

On n'oubliera pas que l'abattage des grenouilles pour en retirer des cuisses destinées à la consommation humaine ne correspond pas nécessairement à des pratiques sanguinaires et barbares. Ces méthodes, qui sont réellement utilisées dans de nombreux endroits (12), sont surtout pratiquées par les chasseurs-braconniers. Il existe en effet des techniques d'abattage conformes aux règles admises pour éviter toute cruauté et suivre les recommandations officielles (3). Un exemple réel d'abattage de grenouilles similaire aux pratiques autorisées pour les abattages à la ferme sera probablement décrit prochainement. Par ailleurs, des normes internationales ont été édictées par l'Organisation Mondiale de la Santé et par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture pour définir les critères requis pour des abattoirs industriels de grenouilles. Dans ce dernier cas, la récupération de certains sous-produits, comme la peau ou divers organes, devient souvent possible; l'industrie de la maroquinerie de luxe s'est ainsi développée en Thaïlande à partir des cuirs de grenouilles. La Communauté Européenne a également défini les règles à respecter pour que l'importation de cuisses de grenouilles puisse être autorisée.

Rien ne devrait donc plus s'opposer au développement de la raniculture tropicale. Dès à présent aussi, une recherche d'accompagnement s'avérerait extrêmement utile.

Références bibliographiques

1. Anonyme. 1996. Le mini-élevage en milieu forestier tropical. Vidéo-cassette produite par ALVOS FILMS (Bruxelles) et BEDIM (Bruxelles), ainsi que la Commission Européenne, Direction Générale du Développement.
2. Aubert C. 1987. Les grenouilles et l'éventualité de leur élevage en France. ITAVI, Paris, France, 40 pages.
3. Ferreira Borges G., Antonio de Costa G. Jr & Donizete Teixeira R. * Industrial frog processing. *Infish International* 6/87, 30-31.
4. Hardouin J. 1991. Un élevage de grenouille-taureau aux Philippines. *Tropicultura*, 9 (1), 34-36.
5. Hardouin J. 1992. Place du mini-élevage dans le développement rural tropical. *Cahiers Agricultures*, 1, 196-199.
6. Hardouin J. 1994. Commerce international des cuisses de grenouilles dans la CEE de 1988 à 1992. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 29, 2, 217-245.
7. Hardouin J. & Thys E. 1997. Le mini-élevage, son développement villageois et l'action de BEDIM. *Biotechn. Agron. Soc. Environ.*, 1, (2), 92-99.
8. Negroni G. & Farina L. 1992. L'élevage des grenouilles. *Cahiers Agricultures*, 2, 1, 48-55.
9. Putsatee Pariyanonth & Veerote Daorerk. Frog farming in Thailand. *Infish International*, 3/95, 25-28.
10. Prier J.-B. 1981. L'élevage des grenouilles. 80 pages, Ed. Dargaud collection La Vie en Vert n° 51.
11. Roby. 1979. Escargots et Grenouilles, production et dégustation. 96 pages, Ed. La Maison Rustique, Paris.
12. Verbanis M., Cordier Y., Hardouin J. et Gasogo H. 1993. Observations préliminaires pour un élevage de grenouilles au Burundi. *Tropicultura*, 11, 1, 25-28.

Exploitation des larves de sardine *Limnothrissa miodon* au lac Kivu (R.D.C.) : danger potentiel?

M. Kaningini* & J.-C. Micha**

Keywords: Fisheries exploitation – Larva – Sardine – *Limnothrissa miodon* – Lake Kivu – Bukavu, D.R.C.

Introduction

La sardine *Limnothrissa miodon* Blgr, 1906 est endémique du lac Tanganyika d'où elle a été introduite au lac Kivu en 1958-1960. Cette espèce s'est fortement multipliée dans ce lac où elle occupe une niche écologique auparavant vacante (1). Toutefois, ce n'est que depuis 1978 qu'elle fait l'objet d'une exploitation régulière qui a commencé avec le projet PNUD/FAO de développement de la pêche artisanale au filet carrelet par attraction lumineuse. Actuellement, cette pêche artisanale nocturne exploite, en zone pélagique, 3.000 à 5.000 tonnes par an de cette sardine et occupe plus de deux mille pêcheurs (2).

Simultanément à cette pêche des sardines adultes, les larves de *L. miodon* ont fait par hasard, en zone côtière très près des rives, l'objet de captures à la senne de plage par des pêcheurs de petits Cichlidae (*Haplochromis* spp). La date exacte du début de cette pêche des larves de *L. miodon* au lac Kivu n'est pas connue mais remonte probablement aux environs de 1972, avec Albert, infirme connu à Bukavu pour l'avoir commencé et pratiqué régulièrement le long des rives de la baie de Bukavu.

Cette pratique s'est rapidement répandue dans la baie mais restait l'apanage de quelques jeunes (adolescents) apprentis-pêcheurs. Les personnes adultes ne consommaient pas les larves. Il était même interdit d'utiliser les casseroles des parents pour la cuisson, considérée comme répugnante. Aujourd'hui la consommation de larves de sardines est presque généralisée près des berges de la baie de Bukavu, surtout chez des personnes qui en ont consommé dès leur jeune âge, et s'étend même vers le Nord du lac Kivu.

Vu l'ampleur que cette activité prend dans les baies proches des grandes agglomérations (Bukavu, Birava) où les pêcheurs de larves se constituent en groupes de défense de la profession et en l'absence d'application de la législation sur la pêche, on peut se demander si cette pratique ne risque pas à la longue d'être préjudiciable au renouvellement naturel du stock de *L. miodon* et donc au secteur de la pêche des sardines adultes en plein développement sur le lac Kivu, depuis environ deux décennies.

Technique de pêche et exploitation

Les larves de *L. miodon* (moins de 20 mm de longueur totale et de plus ou moins 30 à 40 jours d'âge) se rencontrent pendant la journée en zone côtière près des rives à moins de 1,5 m de profondeur où elles se concentrent à l'aube et au crépuscule (2). Elles sont grégaires et se déplacent en bancs. C'est dans cette zone qu'elles sont quotidiennement capturées (Photo 1).



Photo 1. Pêche des larves de *Limnothrissa miodon* le long de la rive de la baie du Bukavu.

Au départ le filet utilisé était une nasse constituée de morceaux de jupon ou un tulle de moustiquaire acheté localement au marché des habits de seconde-main. Les dimensions de ce filet (Photo 2) sont de l'ordre de 2 à 3 m de long sur 1,5 m de large avec au milieu une poche d'environ une vingtaine de centimètres de diamètre et 20 à 30 cm de profondeur. Ensuite, les dimensions du filet ont presque doublé et le matériel de pêche s'est amélioré. Actuellement, le matériel utilisé ressemble à une senne de plage. Le filet est un assemblage de nasses de filet carrelet usagé, long de plus de 10 m sur 3 à 4 m de large avec au milieu une poche constituée de tulle de moustiquaire. Le filet qui au début était monté entre deux bâtons (Photo 2) connaît plus de perfectionnement actuellement. Il est attaché aux extrémités à deux longues cordes qui balayent au passage une grande surface comme pour la pêche à la senne. Des adolescents et des hommes adultes effectuent la pêche dans des zones plus profondes. Les deux pêcheurs se déplacent à la nage et

* Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu (ISP), Bukavu, Sud-Kivu, (R.D.C.).

** Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix (FUNDP), rue de Bruxelles, 61, B-5000 Namur (Belgique).
Reçu le 30.05.97 et accepté pour publication le 10.02.98.



Photo 2. Filet de pêche aux larves de *L. Miodon*, monté sur deux bâtons.

balayent une zone plus importante. Les captures sont plus importantes aux embouchures des rivières qui se jettent dans le lac car les matières minérales et organiques qu'elles y apportent favorisent la production du plancton qui sert d'aliment aux larves.

L'intensité de cette exploitation est plus importante en ville (Bukavu) qu'à la campagne car les problèmes de survie y sont plus accentués mais le marché y est également plus sûr. La non-application de la législation de la pêche et la détérioration du niveau de vie des populations riveraines du lac sont les principales raisons de l'intensification de cette pratique. Le prix moyen d'un kilogramme de larves est d'environ 0,3 US \$ contre 2,5 à 3,5 US \$ pour un kilo de viande. Les consommateurs de larves se retrouvent dans les couches des populations démunies riveraines du lac. Les pêcheurs circulent avec leurs captures dans les quartiers populaires à la tombée du jour en criant selon les localités Budike, Mugala, Munge. Les clients se manifestent et la vente est faite. La cuisson de larves est peu exigeante. Elle ne nécessite pas d'huile. La portion de larves est placée dans une casserole au petit feu. Les larves se vident progressivement de l'eau et forment une sorte de pâte qui est consommée avec les bananes, la patate douce ou le riz. Aucune valeur culturelle n'est reconnue à la consommation de ces larves. Dans une famille, le repas de larves n'est pas plus réservé à une catégorie qu'à une autre.

Actuellement, une cinquantaine d'équipes constituées chacune de deux pêcheurs opèrent quotidiennement dans le bassin de Bukavu. En supposant que chaque équipe fasse en moyenne une capture de 2 kg de larves, on peut estimer qu'une centaine de kilos de larves de *L. miodon* sont pêchées chaque jour dans le bassin de Bukavu. Étant donné que le poids moyen d'une larve de 20 mm de longueur totale est de 0,03 g, plus de 3,3 millions d'individus sont ainsi capturés quotidiennement, ce qui conduit à un prélèvement annuel de l'ordre de 1,2 milliards de larves rien que

dans la baie de Bukavu! Par ailleurs, on sait que la biomasse moyenne de ce clupéide toutes tailles confondues, mesurée par échosondages de 1989 à 1991 dans le lac Kivu est de l'ordre de 18,2 kg/ha, soit 7,2 kg/ha de poissons adultes (40% du stock mesuré) (3). Sur base d'un rapport équilibré des sexes, on obtient une biomasse de 3,6 kg/ha de femelles matures, de poids moyen de 10 g et à fécondité moyenne de 11.000 ovules par femelles (2). En supposant que 30% des oeufs pondus sont fécondés et finissent par éclore, on peut estimer le recrutement annuel de la baie de Bukavu à 114 milliards de larves de *Limnothrisa miodon*. En première approximation, on constate que l'impact de cette pêche de larves reste, à première vue, assez limité (environ 1% de mortalité supplémentaire). Toutefois, on constate une certaine diminution des captures de poissons adultes aux filets carrelets dans la baie de Bukavu. Cela résulte probablement d'une certaine surpêche d'un stock adulte et de la pêche simultanée des larves. Celle-ci risque encore de s'intensifier dans cette même baie, ce qui ne contribuera pas à améliorer la situation du stock. A noter toutefois, que certains chercheurs pensent que les fluctuations climatiques saisonnières et pluriannuelles jouent un rôle prépondérant dans le succès du recrutement de ce clupéide lacustre et que l'impact humain sur le stock de larves serait secondaire (4).

Conclusions et perspectives

En conclusion, la pêche des larves de *L. miodon* s'intensifie sérieusement dans la baie de Bukavu quoiqu'elle ne provoque qu'une mortalité supplémentaire de l'ordre de 1% du stock de larves produites naturellement dans la baie de Bukavu. Par ailleurs les captures par effort de pêche aux filets carrelets semblent diminuer sérieusement. Il serait donc préférable de tenter de limiter les impacts de ces deux types de pêches pour maintenir une exploitation durable de ce précieux stock de poisson introduit.

Les solutions à envisager sont:

- des campagnes d'information et d'éducation des populations riveraines sur les conséquences de la pêche de larves pour l'avenir de la pêcherie du lac Kivu,
- la création de zones interdites à la pêche à des fins d'observation scientifique pour tenter de mieux cerner l'impact de cette pêche de larves,
- la création d'emplois connexes à la pêche pour absorber une partie des jeunes désœuvrés,
- la conscientisation des pêcheurs pour qu'ils participent à une meilleure gestion de leur stock exploitable,

– la réhabilitation des services de l'état ayant la pêche dans leurs attributions par la création d'un corps de police de pêche chargé de faire appliquer, notamment avec la collaboration des pêcheurs, la législation en matière de pêche.

Remerciements

Ces observations ont été réalisées dans le cadre des activités du Projet de Développement de la Pêche au

filet maillant au lac Kivu financé conjointement par la CE, la Fondation Universitaire pour la Coopération Internationale au Développement (FUCID-FUNDP/ Namur, Belgique) et par le Centre de Recherches Universitaires du Kivu (CERUKI-ISP de Bukavu, R.D.C.). Diverses informations complémentaires nous ont été fournies par les pêcheurs de Kalengera, Messieurs T. Ganywamulume et D. Banzakumanya, à qui nous exprimons nos sincères remerciements.

Références bibliographiques

1. Kalala K. Tshibangu & Kinoshita, I., 1995. Early life histories of two Clupeids, *Limnothrissa miodon* and *Stolothrissa tanganicae*, from Lake Tanganyika. *J. Ichthyol.* **42**, 1, 81-87.
2. Kaningini M., 1995. Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, bassin de Bukavu. Presses Universitaires de Namur, Namur, 211 p.
3. Lamboeuf M., 1991. Abondance et répartition du *Limnothrissa miodon* du lac Kivu. Résultats des prospections acoustiques d'avril 1989 à juin 1991. Gisenyi, Projet RWA/87/012/DOC/TR/46, 41 p.
4. Plisnier P.-D., in press. Lake Tanganyika: recent climate changes and teleconnections with ENSO. Proceedings of the International Conference on Tropical Climatology, Meteorology and Hydrology, in memoriam F. Bultot (1924-1995), May 23, 1996, Brussels.

M. Kaningini, Congolais, Dr es Sciences biologiques (FUNDP-Namur/Belgique), Prof. dépt. Biologie, ISP Bukavu, B.P. 854 Bukavu; Sud-Kivu (RD Congo). Directeur opérationnel du Projet de Développement de la Pêche au lac Kivu (RD Congo).
 J.-C. Micha, Belge, Dr es Sciences zoologiques, ULg. Prof. FUNDP, rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur (Belgique). Directeur de l'Unité d'Ecologie des Eaux Continentales, Dépt. Biologie.

Morphologie coquillière, croissance, reproduction et estivation chez les escargots géants africains : observations au laboratoire sur *Archachatina marginata suturalis*, *Achatina achatina* et *Achatina fulica*

Corinne Stiévenart *

Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, Département de Production et Santé Animales Tropicales, Antwerpen, Belgique.

Résumé de la thèse présentée en décembre 1996 pour l'obtention du grade de Doctor of Philosophy (Ph. D) en Production Animale Tropicale.

Keywords: Giants African Snail – Achatinids – Shell shape – Growth – Breeding – Incubation – Estivation

La croissance, la reproduction et l'estivation des escargots géants africains sont investiguées par l'observation de trois générations d'une souche gabonaise d'*Archachatina marginata suturalis* vivant au laboratoire de l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (Belgique) et par des investigations sur les collections de coquilles d'Achatinidae de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Bruxelles) et du Musée Royal d'Afrique Centrale (Tervuren, Belgique). Certains aspects de la croissance d'*A. marginata suturalis* dont la morphologie coquillière sont comparés à deux souches ivoiriennes d'*Achatina achatina* et d'*Achatina fulica*. L'impact de la technique d'élevage et du management des animaux est mis en exergue.

A. marginata suturalis réalise l'essentiel de l'agrandissement de sa coquille avant d'atteindre la maturité sexuelle. Le processus d'agrandissement de la coquille repose sur un organe de croissance situé dans la partie pariétale du bourrelet palléal à cheval sur le labre. Le développement des tissus mous ne survient que si la production de matériau coquillier se traduit par un agrandissement de la coquille. L'agrandissement de la coquille conditionne donc le développement des tissus mous de l'escargot.

Dans les trois espèces, trois habitus caractérisés par l'activité de l'escargot (actif ou estivant) et son degré de dénudement de la nacre de l'ouverture coquillière ont été identifiés. Chez *A. marginata suturalis*, la meilleure croissance est obtenue lorsque l'animal présente la nacre de l'ouverture coquillière totalement recouverte par le bourrelet palléal (habitus I) et qu'aucun traumatisme ne gêne le processus d'agrandissement de la coquille. Lorsque l'animal découvre la nacre de l'ouverture coquillière qu'il soit actif ou qu'il estive, sa croissance est perturbée. On observe alors des poids vifs inférieurs à ceux présentés lorsque l'animal est en habitus I.

Les fractures franches du labre provoquent des retards de croissance voire même des arrêts de croissance

avec épaissement anormal du labre si la restauration de la paroi coquillière lésée n'est pas rendue possible. Chez les escargots suivis jusqu'à 150 g de poids vif ou 10 cm de longueur de coquille, près de 80% des fractures surviennent à partir du poids vif de 75 g ou de la longueur de coquille de 8 cm. Le retard de croissance induit par les fractures franches du labre qui est restauré dans les semaines suivant l'incident traumatique est illustré par le suivi de 28 escargots pendant leur première année de vie active. A l'âge de sept mois, ces animaux atteignent le poids vif d'environ 90 g indépendamment du nombre de fractures du labre qu'ils ont présentées (de 0 à 2). Ce nombre de fractures pendant les sept premiers mois de vie est en relation avec le nombre de fractures durant les quatre mois suivants. Entre sept et onze mois, les escargots qui présentent jusque deux fractures doublent pratiquement leur poids vif. Ceux qui présentent plus de deux fractures pendant cette période ont une croissance réduite et atteignent à l'âge d'un an seulement 89,9 % du poids vif que leurs congénères avaient à onze mois.

L'examen de coquilles sèches vides d'*A. marginata suturalis* combiné à une simulation de la réaction du labre à la contrainte réalisés par la Faculté Polytechnique de Mons ont débouché sur l'élaboration d'un modèle mécanique permettant d'identifier les principaux paramètres en jeu lors de chocs ponctuels du labre. Il s'agit de l'intensité de la force appliquée sur le labre, de l'épaisseur et de la courbure du labre, et de la distance entre le bord libre du labre et l'endroit où s'applique le choc. La longueur du labre n'est pas retenue par ce modèle.

Au terme de sa croissance, l'escargot archachatine ou burtoa présente au niveau de l'ouverture de la coquille un rebord en forme de gouttière. L'escargot est dit bordé. Chez *A. marginata suturalis*, cette bordure apparaît après la maturité sexuelle. La bordure peut survenir à

* Adresse de correspondance: 29, rue du grand coron, B-7387 Athis (Honnelles) Belgique
Reçu et accepté pour publication le 27.06.97.

des longueurs de coquille très différentes au sein d'une même sous-espèce. Les escargots grandis avec de légers troubles de la croissance dus à des traumatismes insidieux. Ces derniers animaux accèdent à la maturité sexuelle dans la même mesure que les escargots grandis sans troubles de croissance se bordent à des longueurs de coquille supérieures à celles d'escargots grandis sans troubles de croissance, mais cela survient plus tard que leurs congénères sains et à une taille inférieure. Leurs pontes sont cependant semblables par leur poids et leur nombre d'œufs à celles d'escargots grandis sans problèmes de croissance.

En conditions de vie fortement traumatiques, la croissance est réduite avec apparition de nanisme caractérisé par des tailles de coquille excessivement petites, par un épaissement de la paroi coquillière avec de nombreux traits de réparations de fractures. Dans un tel cheptel, un très faible pourcentage d'individus atteint la maturité sexuelle. Celle-ci survient avec un important retard et les animaux qui se reproduisent le font par pontes d'un plus petit nombre d'œufs de dimensions anormalement faibles.

Trois méthodes d'élevage ont été évaluées par rapport à la croissance des escargots. La meilleure des trois consiste à élever les animaux a) sans traumatismes, b) en groupes régulièrement remodelés pour faire cohabiter dans un même bac d'élevage et en densité adaptée à leur gabarit croissant des animaux de gabarit semblable, c) sur du terreau entretenu par des vers de terreau, et d) avec une nourriture variée et de la craie distribuées à volonté. Avec ce système, *A. marginata suturalis* atteint des tailles à la bordure coquillière au moins aussi grandes que celles des spécimens sauvages grandis dans leur biotope naturel.

La technique d'élevage au travers de troubles de la croissance peut donc interférer sur le cycle de vie d'*A. marginata suturalis*.

Le cycle de vie d'*A. marginata suturalis* a été bouclé en moins d'une année de vie au laboratoire à environ 24 °C en ambiance très humide. Les escargots nés dans l'élevage et grandis dans les meilleures conditions commencent à se reproduire vers l'âge de 11 mois et à la longueur de coquille d'environ 10 cm. L'oviposition se déroule en moins de 48 heures. Les œufs collectés dès l'oviposition et placés directement en incubation en terreau à 24 °C éclosent en moyenne 25 jours après l'oviposition, mais un écart de 5,5 jours est en moyenne observé entre la première et la dernière éclosion des œufs d'une même ponte.

Les œufs d'*A. marginata suturalis* ont une coquille asymétrique et de forme ellipsoïdale. Les relations entre la largeur, la longueur et le poids de l'œuf sont décrites précisément. Les œufs les plus grands mesuraient 18 mm en longueur pour un poids d'environ 2 g variant en fonction de la largeur de l'œuf. Les œufs qui sont retrou-

vés dans un même endroit au même moment étant assimilés à une ponte, le poids moyen de la ponte d'*A. marginata suturalis* est approximativement de 12 g pour une moyenne de neuf à dix œufs d'environ 1,2 à 1,3 g chacun. Des nombres plus importants (20 à 30 œufs de ce gabarit) ont été trouvés à un même endroit sans qu'on puisse ni affirmer ni exclure qu'ils provenaient sans aucun doute de plusieurs individus. Le nombre d'œufs par ponte semble indépendant du poids de l'œuf. Le gabarit de l'œuf est corrélé à l'âge et à la longueur de coquille du géniteur au moment de son entrée en ponte. Cinq groupes d'animaux ont été suivis pendant 18 mois de ponte. La production individuelle moyenne par géniteur est de 4,5 et 7,74 œufs par période de quatre semaines ce qui correspond à une à deux pontes tous les deux mois par géniteur. A partir de l'entrée en ponte, le gabarit de l'œuf s'accroît de façon négligeable, le nombre d'œufs par ponte et le poids de la ponte restent stables. L'estivation est sans effet significatif sur le gabarit de l'œuf, le nombre d'œufs par ponte, le poids total de la ponte.

Les escargots géants africains bien qu'hermaphrodites semblent se reproduire par fécondation croisée. Cependant aucune production d'œufs significative n'a pu être obtenue d'*A. marginata suturalis* sexuellement matures et confinées par paires alors que leurs congénères confinés à trois ou à quatre par bac d'élevage se reproduisaient abondamment.

Des individus isolés d'un groupe de géniteurs pour être confinés individuellement pendant plusieurs mois ont produit à plusieurs reprises des pontes fertiles. L'intervalle le plus court entre deux ovipositions successives du même géniteur qui a été observé à plusieurs reprises chez plusieurs escargots confinés individuellement est de 13,5 jours.

Les œufs d'escargots géants africains diffèrent beaucoup des œufs d'oiseaux tant par leur composition chimique que par leurs structures internes. Les œufs d'*A. marginata suturalis* qu'ils soient lavés ou non, subissent une déshydratation rapide lorsqu'ils sont placés dans une ambiance non saturée en eau. Cette déshydratation est détectable par des bruits de craquement audibles dès l'initiation de la perte de poids concomitante.

L'observation à l'œil nu du contenu de plus de 2.000 œufs incubés a permis de décrire le développement de l'embryon jusqu'à l'éclosion ainsi que les annexes embryonnaires nécessaires à son développement *in ovo*. La présence de vitellus dans les œufs d'*A. marginata suturalis* n'est pas accréditée. Ces données macroscopiques sont mises en correspondance avec des observations histologiques anciennes provenant d'*Archachatina marginata*.

A l'exception d'un seul cas de gemélicité dénombré, l'œuf incubé d'*A. marginata suturalis* contient dans 97,25% de plus de 2.000 observations, un embryon visible à l'œil

nu au terme de l'incubation. Malgré un taux d'embryonnement élevé, les taux d'éclosion sont faibles, quoique des pontes éclosant totalement soient observées. Une méthode de prédiction du taux d'éclosion d'œufs en incubation qui consiste à mirer les œufs au 21^{ème} jour de l'incubation menée à 24°C permet la détection des œufs contenant un fœtus remplissant presque totalement le volume de l'œuf. Ce fœtus éclot spontanément dans les trois ou quatre jours suivant le mirage ou est retrouvé mort dans l'œuf non éclos au 35^{ème} jour d'incubation. Une mortalité fœtale en fin d'incubation s'est traduite par une différence de 15 % entre le taux d'éclosion et le taux d'éclosabilité. Ce taux d'éclosabilité correspond au pourcentage d'œufs où le développement embryonnaire a abouti à la présence d'un fœtus normalement viable (déjà détectable par le mirage des œufs au 21^{ème} jour de l'incubation) et dont la présence est confirmée soit par l'observation directe de l'éclosion spontanée de l'œuf, soit par l'examen du contenu de l'œuf non éclos au 35^{ème} jour d'incubation.

Lors de nos observations, les œufs ont été collectés soit tous les jours, soit une fois par semaine, soit une fois toutes les deux semaines et placés alors directement en incubation séparément des bacs de ponte. Les meilleurs taux d'éclosabilité sont obtenus lorsque les œufs sont placés dès l'oviposition en incubation séparée des bacs de ponte. L'impact du séjour des œufs dans le substrat d'élevage sur le taux d'éclosabilité est illustré en fonction du gabarit des œufs incubés. Dans les meilleures conditions d'incubation pratiquées, le taux d'éclosabilité d'œufs de 1,2 g oscille autour de 50 % mais dépasse 80% pour des œufs de 1,7 g.

Au moment de l'éclosion, plus aucune annexe embryonnaire n'est visible. L'escargot géant africain présente alors une coquille presque aussi longue que l'œuf dont il provient et dont il ingère la coquille. L'œuf d'achatine est beaucoup plus petit que l'œuf d'archachatine. A 24 °C, le temps nécessaire depuis la ponte jusqu'à l'obtention d'un escargot d'environ 1g de poids vif est pour *A. marginata suturalis* de trois à quatre semaines ce qui correspond à la durée d'incubation des œufs. Pour *A. achatina*, il faut de neuf à dix semaines, ce qui correspond à la durée d'incubation suivie de dix semaines de vie en habitus I. La croissance depuis 3 g jusqu'à 15 g de poids vif est comparée entre *A. achatina* et *A. marginata suturalis*. Les escargots restant en habitus I, *A. achatina* grandit moins vite en terme de prise de poids qu' *A. marginata suturalis*. Aucun indice clinique de carences alimentaires ne permet d'expliquer cette différence de performance mais on s'aperçoit qu'en accroissant en largeur sa coquille de la même façon qu' *A. marginata suturalis*, *A. achatina* fabrique une paroi coquillière plus grande pour abriter le même poids de tissus mous.

La coquille de l'escargot juste éclos est agrandie par allongement de sa spirale dont résultent une augmenta-

tion de la longueur de coquille et une augmentation de la longueur du labre. Ce processus se réalise avec une grande variabilité dans le degré d'élargissement de la coquille et d'allongement de la longueur du labre. L'étude de la morphologie coquillière n'est possible qu'en conditions d'élevage non traumatiques car il est démontré que certaines réparations de la coquille peuvent interférer sur l'expansion dans l'espace de la coquille en croissance. Pareille étude est relatée pour 205 *A. marginata suturalis*, 30 *A. achatina* et 41 *A. fulica*. La variabilité des dimensions coquillières est concomitante à une grande variation du poids vif en habitus I et à une même longueur de coquille. Cette variabilité se traduit aussi par des agrandissements de la coquille très variables pour une même prise de poids, ce qui est illustré par exemple pour passer de 4 g à 20 g ou de 20 g à 100 g de poids vif. Elle correspond à aussi une grande variabilité de la prise de poids pour passer d'une taille à une autre, ce qui est illustré pour passer par exemple de 5 cm à 10 cm de longueur de coquille. L'étendue des variations évaluée par le rapport de la valeur maximale sur la valeur minimale est indiquée à titre non exhaustif pour les trois souches étudiées.

La meilleure prédiction du poids vif de l'escargot en habitus I à partir d'une dimension de la coquille est obtenue en se référant à la longueur de coquille. L'addition d'abord de la largeur de coquille et ensuite de la longueur du labre améliore significativement la précision de la prédiction.

Sans estivation préalable, le poids de chairs consommables d'*A. marginata suturalis* de ± 10 cm de longueur et en habitus I est positivement corrélé aux dimensions de la coquille, mais pas le rendement en viande.

Dès les premiers jours d'assèchement graduel de l'air, les escargots *A. marginata suturalis* réagissent en pondant les œufs qu'ils portent, cessent de s'alimenter et estivent derrière un ou plusieurs épiphragmes. Même estivants, ils réagissent par des activités exploratoires à des stimuli non hygrométriques. Au terme de 16 semaines de vie en anhydrobiose, les escargots sont plus légers d'un tiers de leur poids initial en raison d'une perte en eau et de l'amaigrissement des tissus mous. Le simple contact avec l'eau leur permet une réhydratation rapide avec récupération en 24 heures de 95 % du poids vif qu'ils avaient avant d'estiver. Leur rendement en viande est cependant diminué par l'estivation.

En conclusion, l'importance de l'intégration tant en élevage qu'en expérimentation des particularités des escargots géants africains mises en évidence lors de ces recherches est soulignée tant pour les tests de croissance que pour la mise en œuvre de la reproduction de géniteurs dans le cadre de la sélection de caractères génétiques.

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Andropogon gayanus, une culture fourragère pour les régions tropicales

André BULDGEN et Abdoulaye DIENG

***Andropogon gayanus*
var. *bisquamulatus***Une culture fourragère
pour les régions tropicales

A. Buldgen & A. Dieng

Ed. 1997, 171 pages, 18 figures, 28 tableaux, 15 photos; Prix de vente : 970 BEF. – ISBN 2-870/16-050-X.

Disponible auprès des Presses agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux. Belgique

Tél. 081/62.22.42 – E-mail pressesagro@fsagx.ac.be

Dans de nombreuses régions semi-arides d'Afrique sub-saharienne, la dégradation des sols constitue un frein majeur au développement de systèmes de productions durables. Sous les effets conjugués de l'augmentation de la pression démographique, qui oblige à raccourcir la durée des jachères, et de facteurs climatiques particulièrement agressifs (hautes températures et violence des précipitations), les sols de ces régions s'appauvrissent et s'érodent chaque jour d'avantage. La mise en place d'une culture fourragère performante permettant de mieux intégrer l'élevage des ruminants aux activités agricoles et d'intensifier les systèmes de productions constitue une des solutions possibles pour briser ce cycle vicieux. Après plus de dix ans de travail au Département des productions animales de l'École supérieure d'Agriculture (ENSA) de Thiès au Sénégal dans le cadre d'une collaboration avec la Faculté Universitaire de Sciences agronomiques de Gembloux, l'équipe du Professeur André Buldgen a rassemblé dans un ouvrage remarquable le fruit de ses investigations sur *Andropogon gayanus*, une graminée

à hautes potentialités pour l'amélioration de la fertilité des sols et de la productivité des systèmes de productions des zones semi-arides d'Afrique. Les caractéristiques de la plante, les techniques de production à mettre en œuvre pour optimiser son rendement en matière sèche et en semences ainsi que les implications de son introduction dans les systèmes culturels et d'élevage sont tour à tour passées en revue. Tous les acteurs du développement rural des régions semi-arides d'Afrique trouveront dans ce texte un trésor de résultats scientifiques et en conseils pratiques très utiles.

L'amélioration des plantes tropicales

A. Charrier, M. Jacquot, S. Hamon et D. Nicolas. Editeurs scientifiques.

Collection Repères, coédition CIRAD/ORSTOM, 600 p., 80 photos. Prix 380 F.

Disponible auprès du CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1 France

Avec le développement rapide des biotechnologies végétales, la dernière décennie a vu une évolution marquée des techniques d'exploration et d'exploitation des ressources génétiques en vue de créer des variétés nouvelles de plantes toujours plus performantes. Ces techniques modernes enrichissent considérablement les potentialités des méthodes classiques de sélection et devraient aider à relever les nouveaux défis auxquels se trouve confronté l'humanité : gérer la biodiversité et développer une agriculture durable.

Le présent ouvrage expose les derniers progrès réalisés en amélioration des plantes tropicales en se basant principalement sur les travaux que les équipes françaises du CIRAD, de l'INRA et de l'ORSTOM conduisent Outre-mer en collaboration avec leurs homologues des pays tropicaux. L'amélioration génétique de vingt-quatre grandes cultures tropicales est passée en revue.

Pour chaque plante ou groupe de plantes, les auteurs analysent la diversité des formes cultivées et leurs relations avec les espèces sauvages apparentées. Ils décrivent les méthodes d'amélioration et les apports des biotechnologies dans la pratique du sélectionneur. Ils examinent les progrès génétiques réalisés en partant d'exemples tirés des programmes de création variétale. Enfin, ils traitent de la diffusion des variétés améliorées.

L'ensemble des informations reprises dans cet ouvrage en font un outil de référence aussi bien pour le professionnel de la section que pour le chercheur, l'étudiant et l'enseignant.



Richesse et pauvreté en agriculture

G. Jegouzou, J.L. Brangeon, B. Roze

Edit 1998, 250 pages. Prix de vente : 150 F + 30 F frais de port. – Réf. 01392. Coéd. INRA-Economica.*

Cet ouvrage se compose de sept chapitres. Le premier d'entre eux "Les préalables : définir, mesurer" s'attache à définir les notions générales de revenu – revenu agricole, revenu des ménages agricoles, etc. Il décrit en outre les bases de données requises, notamment celles du RICA (Réseau d'Information Comptable Agricole) en expliquant leurs limites.

Le deuxième chapitre "Les revenus agricoles individuels : le haut et le bas" présente la situation actuelle des revenus agricoles, leur évolution et la disparité intrasectorielle. Ces éléments sont analysés en comparaison avec l'ensemble des ménages français. En moyenne, le revenu disponible par U.C. (Unité de Consommation) pour les ménages d'agriculteurs rejoint la moyenne française. Il semble néanmoins que la proportion d'agriculteurs "riches" soit plus faible que la moyenne nationale et que celle d'agriculteurs "pauvres" soit significativement plus élevée. L'agriculture se trouve entraînée dans une évolution qui voit le seuil de viabilité des exploitations s'élever sans cesse. Face d'une part, à la baisse des prix agricoles et, d'autre part, à la croissance à long terme des salaires, l'agriculteur doit gagner en productivité afin d'améliorer ses performances économiques. Les subventions accordées au secteur restent très concentrées et bénéficient davantage aux revenus élevés pour certaines productions (les exploitations céréalières par exemple). Les nouvelles primes installées depuis la réforme de la PAC visent bien plus à consolider la production et l'exportation de produits agricoles (compenser les pertes de revenus suite à la baisse des prix d'intervention et à la limitation de l'offre de produits) qu'à promouvoir les investissements humains et matériels (adaptation structurelle des exploitations).

Le revenu des ménages correspond de moins en moins au revenu agricole car les agriculteurs – le plus souvent, leurs épouses – disposent d'un revenu extérieur cf. chapitre 3 : "Les revenus primaires non agricoles : améliorer le bas et le haut". Ces salaires extérieurs viennent tantôt compléter les moins bons revenus agricoles, tantôt s'associer aux meilleurs. Dans le premier cas, ils compensent ainsi la médiocrité des revenus agricoles. Pour ce qui concerne les revenus de la propriété, et compte tenu des réserves liées aux sources d'informations fiscales, ceux-ci sont les plus nombreux lorsque les gains agricoles sont les plus élevés. La tendance générale demeure à une diversification accrue des revenus primaires des agriculteurs à la suite notamment des impulsions nouvelles des politiques communautaires de développement rural.

La redistribution publique et ses conséquences sont abordées au quatrième chapitre "La redistribution publique et la solidarité". Elle se veut "assurantielle et horizontale et non pas verticale et correctrice des écarts de revenus". Les transferts sociaux font obstacle à la pauvreté absolue et contribuent à prévenir l'appauvrissement économique. La redistribution publique et la solidarité qui l'accompagne permettent de faire face à des causes d'appauvrissement comme la maladie grave, l'incapacité de travail, les charges familiales. Néanmoins, tous les revenus agricoles individuels ne reposent pas sur une évaluation comptable et dans ce cas, les forfaits retenus se trouvent minorés ou majorés lors des prélèvements obligatoires ou de prestations liées au revenu.

Le chapitre 5 intitulé "Richesse et pauvreté en termes de revenu total des ménages" analyse de façon approfondie la pauvreté agricole et ses conséquences. Malgré la diversification des sources des revenus familiaux, la pauvreté agricole a persisté : nombre de ménages d'agriculteurs, d'ouvriers agricoles et d'anciens agriculteurs vivent en dessous des standards sociaux. Toutefois, les agriculteurs pauvres sont de moins en moins nombreux en valeur absolue et en valeur relative. Ceci traduit en partie le résultat de la politique d'abaissement de l'âge de la retraite; les exploitations agricoles les moins rentables ne sont généralement pas reprises. La pauvreté agricole conduit à un niveau de vie médiocre et à un temps restreint pour les loisirs. Les femmes sont plus réticentes à épouser les agriculteurs à la tête d'une petite ou moyenne exploitation, ce qui contribue au développement du célibat agricole masculin.

La fréquence élevée de petits revenus et la faible fréquence de gros revenus en agriculture ne se vérifient pas au regard de la situation patrimoniale, cf. : chapitre 6 : Richesse et pauvreté au regard du patrimoine. La plus grande part des pauvres de l'agriculture ne reste toutefois pas démunie en capital, mais il ne s'agit pas pour autant de "fausse pauvreté" comme d'aucuns l'ont parfois entendu. La surreprésentation des gros patrimoines en agriculture ne fait pas augmenter la proportion de ménages riches. Les successions père-fils en agriculture sont telles que l'on peut s'attendre à une tendance partielle à la reproduction des inégalités d'une génération à l'autre. L'environnement familial ou social influencent considérablement la transmission des attributs d'une génération à la suivante. L'identité ou la proximité des positions sociales restent statistiquement fréquentes d'une génération à la suivante.

Le dernier chapitre "L'emploi agricole à vie comme facteur de persistance de la pauvreté" met en évidence la faible mobilité externe des agriculteurs. L'analyse comparée avec d'autres groupes professionnels révèle le comportement singulier des exploitants agricoles. Un agriculteur, même défavorisé peut garder son emploi à vie, ce qui n'est pas le cas des ouvriers agricoles, d'autres indépendants, des artisans ou des commerçants. La politique agricole favorise d'ailleurs la pérennité des exploitations peu rentables comme le souligne une comparaison avec l'instabilité de l'emploi chez les artisans ou les commerçants qui sont plus exposés aux risques du marché. Ceci freine la résorption de la pauvreté agricole. A cause d'une protection soutenue reçue des puissances publiques qui a souvent conduit à privilégier la pauvreté agricole à celle non agricole, le secteur agricole bénéficie d'un taux de chômage presque nul. Néanmoins, les politiques d'aides à l'investissement agricole ne sont pas forcément suffisantes pour contrer l'effet trappe de la pauvreté qui résulte du rationnement de crédit. Hélas, la trajectoire des ménages agricoles pauvres comme riches n'est pas actuellement connue, en France comme à l'étranger d'ailleurs, ce qui constitue une lacune importante dans les connaissances.

P.-A. Barthelemy
Février 1999

*Disponible auprès des Editions INRA, Route de St-Cyr, 78026 Versailles Cedex, France.

Index Countries

Belgium 74, 89, 141
Benin 67
Burkina Faso 190
Burundi 10,
Cameroon 56, 177, 180, 203

Cuba 169
Democratic Rep.
Congo 8, 91, 123, 132, 173, 214
Italy 22
Malaysia 209
Mexico 147
Morocco 51,116,

Nigeria 3, 37, 61, 127, 136, 151, 195
Philippines 40
Senegal 105, 109, 163
Suriname 27
Thailand 100
Togo 84, 153
Tunisia 18, 33, 71, 80

Index Authors

Abba Dalil 177
Abbey G.A. 153
Abubakar B.Y. 151
Adeleye I.O.A 3
Adeyinka I.A. 151
Aidara C. 190
Aiyelari E.A. 195
Alawa C.B.I.
Awah A.A.3
Bagalwa M. 8
Basabose K. 8
Bastiaensen P.27
Bentaya K 51
Biyara J-P. 67
Bobe L 132
Bogore A.D.E. 190
Boiti C. 22
Boubaker M.18
Boughalleb Naïma 33
Boulif M. 51
Boutahar Kh. 116
Bustamente C. 169
Canali C 22
Carême C. 10
Chiericato G.M. 22
Chifundera K 8
Cisse Maïmouna 163
Coosemans J. 136
Craenen Kathelyne 136

Delleré R. 161
Demey F. 89
Dimanche P-H. 116
Duponnois R. 109
Ekoué S.K. 84
Fadiga S. 163
Gongnet G.P. 163
Gueye M. 109
Hardouin J.89, 209
Harrabi M .33
Hirigoyen J.P. 180
Ibra Samb P. 109
Inwalome P. 127
Iyeghe-Erakpotobor G.T. 151
Kaningini M. 91, 214
Kaposo L.M. 141
Kintomo A.A 61
Lutete D. 173
Ly C. 105
Mabela M. 132
Mahop F. 203
Malekani M. 49
Mallouhi N. 67
Manjeli Y. 56, 180
Mateille T. 109
Mergeai G.1
Micha J-C. 214
Montes-Pérez R.C. 147
Mouncharou G.C. 180
Murali N.S. 100
Nasraoui B. 80
Ndaeyo N.U. 195

Nwagu B.I. 151
Nwagu Flora O. 151
Ochoa M. 169
Ogungbaigbe L.O. 61
Ogunkeyede O.O. 61
Okoro Josephine U. 186
Oni O.O. 151
Ortiz R. 37, 136, 186
Osuji J.O. 37
Reizer C. 97
Rizzi Chiara 22
Rodríguez Maritza I. 169
Rostellato Vania 22
Sammari S. 80
Sawadogo L .L. 190
Serra A.B. 40
Stiévenart Corinne 220
Tahiri C. 190
Tamboura H.H. 190
Tata-Hangy K. 173
Tchoumboué J. 56
Téguia A. 56
Thabonithy R. 100
Tollens E. 123
Tshionza M. 123
Utomakili J.B. 127
Van Ranst E. 203
Verheye W.H. 74
Vorsters A. 89
Vuylsteke D. 37, 186
Zaid A. 51
Zennaki Zoubida 51

Index Subjects

Agricultural Techniques

Contribution on the elaboration of a New Cotton Protection Programme in Burundi (<i>in French</i>)	10
Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed <i>Pistia</i> (<i>Pistia stratiotes</i>) (<i>in English</i>)	51
Effect of <i>Leucaena leucocephala</i> , Poultry Manure or Cattle Manure on Maize Productivity on Feralitic Soil "terre de barre" ⁺ in South Benin(<i>in French</i>)	67
Water Productivity of Irrigated Rice Under Transplanting , Wet Seeding and Dry Seeding Methods of Cultivation (<i>in English</i>)	100
Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP) Production in Ibadan, South Western Nigeria (<i>in English</i>).....	195

Animal Health

Incidence of Four Gastro-Intestinal Parasite Worms in a Group of <i>Cricetomys cricetomys gambianus</i> (Rodent : Cricetidae), Caught in Lukaya - Democratic Republic of Congo. (<i>in French</i>)	132
--	-----

Animal Nutrition

The Use of Golden Snail <i>Pomacea</i> sp. as Animal Feed in The Philippines (<i>in English</i>)	40
The Grazing Habitat of Roe Deer (<i>Capreolus capreolus</i> L.), Measurement of the Degree of Stress on the Vegetation and Indicator of its Alimentary Regime in Lauzelle Woods (<i>in French</i>)	141
Improvement of the Nutritive Value of the Rice Straw by Urea Treatment and Cereals Complementation (<i>in French</i>)	163

Animal Production

Effects of Low Plane of Nutrition on the Development of Lean Muscle, Bone and Fat in the West African Dwarf Goats of Nigeria. (<i>in English</i>)	3
Endocrine Response of Hybrid Rabbits of Different Ages and Under Two Environmental Temperature Conditions (<i>in English</i>)	22
Preliminary Results on Artificial Insemination of Cattle in Suriname. Case Study : Commewijne District. (<i>in English</i>)	27
The Use of Golden Snail <i>Pomacea</i> sp. as Animal Feed in The Philippines (<i>in English</i>)	40
Nutritional and Reproductive Features and Productive Potential of Tepezcuintle <i>Agouti paca</i> (<i>in Spanish</i>)	147

Improvement of the Nutritive Value of the Rice Straw by Urea Treatment and Cereals Complementation (<i>in French</i>)	163
Reproductive Performance of Massa Sheep in Far-North's Station of Cameroon (<i>in French</i>)	177
Estrus Synchronisation and Post-Partum Management of " Mossi" Local Breed of Goat in Burkina Faso (<i>in English</i>).....	190
Appropriated Technology	
Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed Pistia (<i>Pistia stratiotes</i>) (<i>in English</i>)	51
Bibliography	44, 93, 159, 220
Cash Crops	
Biological Control by Three Strains of <i>Arthrobotrys oligospora</i> : Characterization and Effects on <i>Meloidogyne mayaguensis</i> Parasitizing Tomato in Senegal (<i>in French</i>)	109
The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to <i>Mycosphaerella fijiensis</i> in Banana and Plantain (<i>Musa</i> spp.) (<i>in French</i>)	136
Field Plot Techniques for Black Sigatoka Evaluation in East African Highlands Bananas (<i>in English</i>)	186
Ecology	
Biosphere Reserves, Biodiversity and Sustainable Farming Development (<i>in French</i>)	49
The Grazing Habitat of Roe Deer (<i>Capreolus capreolus</i> L.), Measurement of the Degree of Stress on the Vegetation and Indicator of its Alimentary Regime in Lauzelle Woods (<i>in French</i>)	141
Economics	
Peri-urban Dry Season Vegetable Production in Ibadan, Nigeria (<i>in English</i>)	61
The Tabaski Ram Pricing of Dakar - Factors Explaining Sale Prices (<i>in French</i>)	105
Impact of Field Location on Labor Productivity in Cassava Production in Sub-Sahara Africa (<i>in French</i>)	123
Socio-Economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria (<i>in English</i>)	127
The Structure of Corn Marketing in Togo Revealed by Price Analysis (<i>in French</i>)	153
Cost of Soil Fertility Degradation in the Cotton Area of Cameroon : Impact on the Environment (<i>in French</i>)	203
Editorials	
Editorial (<i>in French</i>)	1
Biosphere Reserves, Biodiversity and Sustainable Farming Development (<i>in French</i>)	49
Successfull projects, fail projects (<i>in French</i>)	97
Union Makes Strength (<i>in French</i>)	161
Environment	
Biosphere Reserves, Biodiversity and Sustainable Farming Development (<i>in French</i>)	49
Cost of Soil Fertility Degradation in the Cotton Area of Cameroon : Impact on the Environment (<i>in French</i>)	203
Fertilizers	
Optimization of Anaerobic Digestion of Cattle Manure. Effect of its Association with the Aquatic Weed Pistia (<i>Pistia stratiotes</i>) (<i>in English</i>)	51
Effect of <i>Leucaena leucocephala</i> , Poultry Manure or Cattle Manure on Maize Productivity on Feralitic Soil "terre de barre" [†] in South Benin(<i>in French</i>)	67
Fisheries	
Growth, Reproduction and Exploitation of <i>Limnothrissa miodon</i> (Boulenger, 1906), in Lake Kivu, Bukavu Bassine-Rep. Democratic of Congo. (<i>in French</i>)	91
Technical Characteristics of Fish Farming in the Forestry Zone of Center Cameroon (<i>in French</i>)	180
Larva's Catch of Sardine <i>Limnothrissa miodon</i> in Lake Kivu (RD Congo) : Potential Danger ? (<i>in French</i>).....	214
Food Crops	
Evaluation of Genetic Variations and Breeding Values of Durum Wheat Lines in a Semi-Arid Environment of Tunisia (<i>in English</i>) ..	18
Physiological Specialization of <i>Septoria tritici</i> in North Africa (<i>in English</i>)	33
Socio-Economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria (<i>in English</i>)	127
The Structure of Corn Marketing in Togo Revealed by Price Analysis (<i>in French</i>)	153
Balance of Three Nitrogen ¹⁵ N Fertilizers in a Cuban Oxisol Cultivated with <i>Coffea arabica</i> L. (<i>in Spanish</i>)	169
Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP) Production in Ibadan, South Western Nigeria (<i>in English</i>)	195
Hydrobiology	
Water Productivity of Irrigated Rice Under Transplanting , Wet Seeding and Dry Seeding Methods of Cultivation (<i>in English</i>)	100
Marketing	
The Tabaski Ram Pricing of Dakar - Factors Explaining Sale Prices (<i>in French</i>)	105
The Structure of Corn Marketing in Togo Revealed by Price Analysis (<i>in French</i>)	153
Minilivestock	
Preliminary Note on a Study of the Growth and the Reproduction in the African Giant Snails <i>Archachatina</i> and <i>Achatina</i> (<i>in French</i>)	84
Influence of Worm Density on the Growth of <i>Eudrilus Eugeniae</i> (<i>in English</i>)	89
Incidence of Four Gastro-Intestinal Parasite Worms in a Group of Cricetomas <i>Cricetomys gambianus</i> (Rodent : Cricetidae), Caught it Lukaya - Democratic Republic of Congo. (<i>in French</i>)	132
Nutritional and Reproductive Features and Productive Potential of Tepezcuintle <i>Agouti paca</i> (<i>in Spanish</i>)	147
Commercial Frog Production in Malaysia (<i>in French</i>)	209
Shell Shape, Growth, Reproduction and Estivation in Giant African Landsnails : Observations in Laboratory on " <i>Archachatina marginata</i> <i>sufuralis</i> , <i>Achatina achatina</i> and <i>Achatina fulica</i> " (<i>in French</i>)	217
Parasitology	
Incidence of Four Gastro-Intestinal Parasite Worms in a Group of Cricetomas <i>Cricetomys gambianus</i> (Rodent : Cricetidae), caught it Lukaya - Democratic Republic of Congo. (<i>in French</i>)	132
Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria (<i>in English</i>)	151

Plant Breeding

Evaluation of Genetic Variations and Breeding Values of Durum Wheat Lines in a Semi-Arid Environment of Tunisia (in English) .	18
Ploidy Variation in Hybrids from Interploid 3X x 2X Crosses in Musa (in English)	37
High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars (in English)	71
Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP) Production in Ibadan, South Western Nigeria (in English)	195

Plant Pathology

Physiological Specialization of <i>Septoria tritici</i> in North Africa (in English)	33
High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars (in English)	71
Chemical Control of Common Wheat Bunt Disease in Tunisia (in French)	80
Biological Control by Three Strains of <i>Arthrobotrys oligospora</i> : Characterization and Effects on <i>Meloidogyne mayaguensis</i> Parasitizing Tomato in Senegal (in French)	109
The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to <i>Mycosphaerella fijiensis</i> in Banana and Plantain (<i>Musa</i> spp.) (in French)	136

Plant Production

Evaluation of Genetic Variations and Breeding Values of Durum Wheat Lines in a Semi-Arid Environment of Tunisia (in English) .	18
Ploidy Variation in Hybrids from Interploid 3X x 2X Crosses in Musa (in English)	37
Peri-urban Dry Season Vegetable Production in Ibadan, Nigeria (in English)	61
Effect of <i>Leucaena leucocephala</i> , poultry manure or cattle manure on maize productivity on feralitic soil "terre de barre" ⁺ in South Benin (in French)	67
High vs. Low Stress Yield Test Environments for Identifying Drought Tolerant Durum Wheat Cultivars (in English)	71
Socio-Economic Analysis of Farming Risks in Food Crop Production in Edo North, Nigeria (in English)	127
The Structure of Corn Marketing in Togo Revealed by Price Analysis (in French)	153
Field Plot Techniques for Black Sigatoka Evaluation in East African Highlands Bananas (in English)	186
Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> (L.) WALP) Production in Ibadan, South Western Nigeria (in English)	195
Cost of Soil Fertility Degradation in the Cotton Area of Cameroon : Impact on the Environment (in French)	203

Plant Protection

Anophelinocidal Activity of Volatile Oil from <i>Tagetes minuta</i> L. (Asteraceae) (in English)	8
Contribution on the elaboration of a New Cotton Protection Programme in Burundi (in French)	10
Physiological Specialization of <i>Septoria tritici</i> in North Africa (in English)	33
Biological Control by Three Strains of <i>Arthrobotrys oligospora</i> : Characterization and Effects on <i>Meloidogyne mayaguensis</i> Parasitizing Tomato in Senegal (in French)	109
The Role of Stomatal Traits and Epicuticular Wax in Resistance to <i>Mycosphaerella fijiensis</i> in Banana and Plantain (<i>Musa</i> spp.) (in French)	136
Observation on the Effects of Different Methods of Processing Cassava Chips on Chips Damage Due to Insect Attacks during Storage (in French)	173

Poultry

Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria (in English) .	151
---	-----

Projects

Successful Projects, Fail Projects (in French)	97
--	----

Rural Development

The Incidence of the Cropping Season on the Breeding of Small Ruminants in a Densily Populated Area : Case of the Western Highlands in Cameroon (in French)	56
Impact of Field Location on Labor Productivity in Cassava Production in Sub-Sahara Africa (in French)	123

Ruminants

Effects of Low Plane of Nutrition on the Development of Lean Muscle, Bone and Fat in the West African Dwarf Goats of Nigeria. (in English)	3
Preliminary Results on Artificial Insemination of Cattle in Suriname. Case Study : Commewijne District. (in English)	27
The Incidence of the Cropping Season on the Breeding of Small Ruminants in a Densily Populated Area : Case of the Western Highlands in Cameroon (in French)	56
Effect of <i>Leucaena leucocephala</i> , Poultry Manure or Cattle Manure on Maize Productivity on Feralitic Soil "terre de barre" ⁺ in South Benin (in French)	67
The Tabaski Ram Pricing of Dakar - Factors Explaining Sale Prices (in French)	105
Reproductive Performance of Massa Sheep in Far-North's Station of Cameroon (in French)	177

Sociology

Biosphere Reserves, Biodiversity and Sustainable Farming Development (in French)	49
From Soil Survey to Land Use Planning and National Soils Policies (in English)	74

Soil Science

From Soil Survey to Land Use Planning and National Soils Policies (in English)	74
Effect of Four Methods of Soil Tillage on Soil Physical Characteristics and Water Content. (in French)	116

Veterinary Science

Effects of Low Plane of Nutrition on the Development of Lean Muscle, Bone and Fat in the West African Dwarf Goats of Nigeria. (in English)	3
Endocrine Response of Hybrid Rabbits of Different Ages and Under Two Environmental Temperature Conditions (in English)	22
Preliminary Results on Artificial Insemination of Cattle in Suriname. Case Study : Commewijne District. (in English)	27
Incidence of Four Gastro-Intestinal Parasite Worms in a Group of Cricetomas <i>Cricetomys gambianus</i> (Rodent : Cricetidae), Caught it Lukaya - Democratic Republic of Congo. (in French)	132
Nutritional and Reproductive Features and Productive Potential of Tepezcuintle <i>Agouti paca</i> (in Spanish)	147
Presence of Antibodies to Infectious Bursal Disease Virus in Semi-intensively Reared Pearl Guinea Fowls in Nigeria (in English) .	151
Estrus Synchronisation and Post-Partum Management of " Mossi" Local Breed of Goat in Burkina Faso (in English)	190

AGRI-OVERSEAS, asociación sin ánimo de lucro (ASBL) creada con el fin de establecer relaciones profesionales de intereses comunes entre quienes laboran por el desarrollo rural en ultra-mar.

Agri-Overseas publica una revista científica y de información «**TROPICULTURA**» consagrada a los problemas rurales en los países en desarrollo, la cual es editada trimestralmente por la Administración General de la Cooperación para el Desarrollo (A.G.C.D.).

Organización: Agri-Overseas se compone de instituciones belgas: las cuatro Facultades de Ciencias agronómicas (Gembloux, Gante-RUG, Lovaina-KUL y Lovaina la Nueva-UCL), las dos Facultades de Medicina veterinaria (Gante y Lieja), el Departamento de Producción y salud animales del Instituto de Medicina Tropical de Amberes (Antwerpen), la Sección interfacultaria de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades universitarias Nuestra Señora de la Paz (Namur) y la Fundación universitaria de Luxemburgo (Arlon), la Administración General de la Cooperación para el Desarrollo y de algunos miembros individuales.

Consejo de Administración: Actualmente está compuesto de un Presidente, el Professor Dr J. Vercruyssen, un Administrador delegado, Dr. Ir. G. Mergeai, un Secretario, Dr E. Thys, un Tesorero, el Profesor honorario Dr. P.Kageruka, y de dos miembros, el Profesor honorario Dr Ir J.Hardouin y el Profesor honorario Dr. C.Reizer.

Comité de redacción: Está constituido actualmente de dos jefes de redacción, el Dr. Ir. G.Mergeai y de redactores delegados el Profesor J. Deckers para el rubro « ecología », el Profesor C. Renard para « agrostología », el Profesor Dr Ir. P. Van Damme para el rubro « Agronomía y Forestería », el Profesor Dr J. Vercruyssen para « salud animal », el Profesor Dr. A. Verhulst para « producción animal y caza », y el Profesor Dr. Ir. C. Reizer para « pesca y piscicultura ».

El secretariado tratará temas tales como la economía, la sociología, etc.

Secretaría - Redacción: Agri-Overseas/ Tropicultura c/o A.G.C.D., Rue Brederode, 6, B-1000 Bruselas, Bélgica. Teléfono: 32.2/519.04.76.

Distribución: gratuita según petición escrita.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Condiciones generales

Los manuscritos (original y cuatro copias) serán enviados a Agri-Overseas a la dirección arriba indicada. Estos pueden ser escritos en uno de los cuatro idiomas siguientes: Francés, Inglés, Neerlandés y Español. Indicar claramente la dirección del autor. Presentar la traducción inglesa del título. El Comité de redacción someterá el texto a dos lectores, especialistas del tema tratado y será eventualmente devuelto al autor, para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas. Los autores recibirán gratuitamente 20 publicados separadamente del artículo.

Instrucciones prácticas

El manuscrito comprenderá como máximo 10 páginas escritas a máquina con doble interlinea y con margen a la izquierda de 5 cm en papel blanco de formato DIN A4 (21 x 29.7 cm) á sobre disqueta.

Presentación

Título: corto y en minúsculas

Autores: debajo del título. Los apellidos en minúsculas para las iniciales del nombre (nombre completo para las damas), con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.

Palabras claves: 7 como máximo en Inglés (Key words)

Resumen: en el idioma del artículo y en Inglés (Max. 200 palabras)

Introducción

Material y métodos u observaciones

Resultados

Discusión

Conclusiones

Agradecimientos

Las referencias bibliográficas se darán por orden alfabético según el apellido de los autores y serán numeradas de 1 a x.

Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).

Las referencias comprenderán:

– Para las revistas: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el título de la revista, el número del volumen subrayado, la primera y la última página.

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

– Para las obras: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el nombre del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capítulo citado.

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

Tablas y figuras estarán presentadas cuidadosamente en páginas separadas y con numeración arábiga al verso. Las figuras estarán dibujadas de modo profesional. Las fotografías se entregarán non-montadas u bien contrastadas sobre papel brillante y numeradas a verso. Los títulos y las leyendas se escribirán en una misma página separada.

Observaciones: – Evitar las notas al pie de la página

– Evitar el empleo de guiones

– Evitar las mayúsculas inútiles

– Dar la nacionalidad, los diplomas, y la función de cada autor

– Dar la traducción del título en Inglés

– La Comisión de Redacción se reserva el derecho de rehusar todo artículo que no esté conforme a las prescripciones susodichas

CONTENTS

EDITORIAL

- Union Makes Strength (*in French*)
R. Delleré 161

ORIGINAL ARTICLES

- Improvement of the Nutritive Value of the Rice Straw by Urea Treatment and Cereals Complementation (*in French*)
G. P. Gongnet, S. Fadiga & Maimouna Cisse 163
- Balance of Three Nitrogen ¹⁵N Fertilizers in a Cuban Oxisol Cultivated with *Coffea arabica* L. (*in Spanish*)
C. Bustamente, M. Ochoa & Maritza I. Rodríguez 169
- Observation on the Effects of Different Methods of Processing Cassava Chips on Chips Damage Due to Insect Attacks during Storage (*in French*)
K. Tata-Hangy & D. Lutete 173
- Reproductive Performance of Massa Sheep in Far-North's Station of Cameroon (*in French*)
Dalil Abba 177
- Technical Characteristics of Fish Farming in the Forestry Zone of Center Cameroon (*in French*)
J.P. Hirigoyen, Y. Manjeli & G.C. Mouncharou 180
- Field Plot Techniques for Black Sigatoka Evaluation in East African Highlands Bananas (*in English*)
Josephine U. Okoro, R. Ortiz & D. Vuylsteke 186
- Estrus Synchronisation and Post-Partum Management of « Mossi » Local Breed of Goat in Burkina Faso (*in English*)
H.H. Tamboura, L.L. Sawadogo, C. Tahiri, D. Aidara & A.D.E. Bogore 190
- Evaluation of Different Tillage Practices for Monocultural Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) WALP) Production in Ibadan, South Western Nigeria (*in English*)
N.U. Ndaeyo & E.A. Aiyelari 195
- Cost of Soil Fertility Degradation in the Cotton Area of Cameroon : Impact on the Environment (*in French*)
F. Mahop & E. Van Ranst 203
- ### TECHNICAL NOTES
- Commercial Frog Production in Malaysia (*in French*)
J. Hardouin 209
- Larva's Catch of Sardine *Limnothrissa miodon* in Lake Kivu (RD Congo) : Potential Danger ? (*in French*)
M. Kaningini & J.-C. Micha 214
- Shell Shape, Growth, Reproduction and Estivation in Giant African Landsnails : Observations in Laboratory on « *Archachatina marginata sufuralis*, *Achatina achatina* and *Achatina fulica* » (*in French*)
Corinne Stiévenart 217
- BIBLIOGRAPHY 220
- INDEX 222

TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME

