

TROPICULTURA

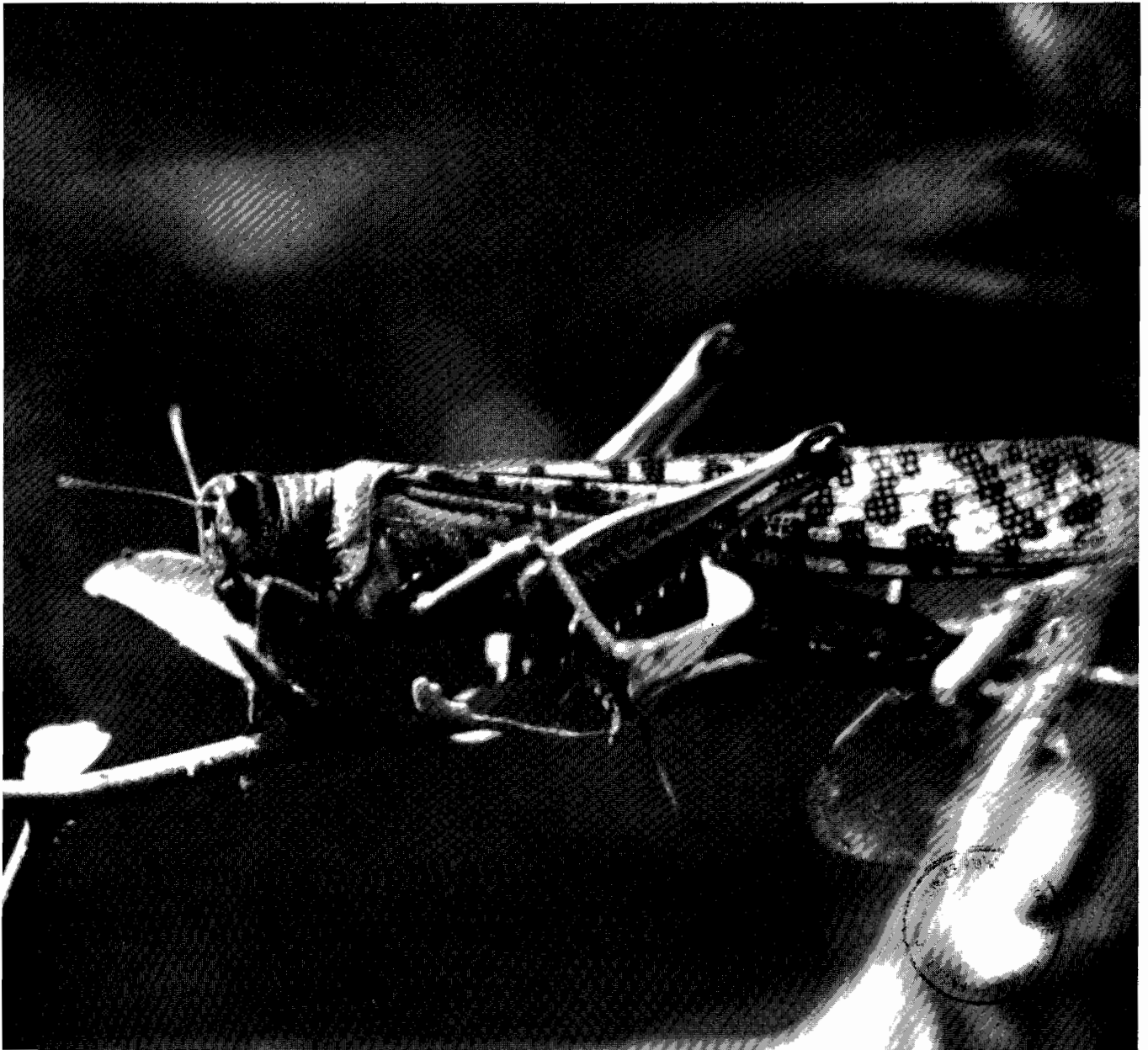
1995 Vol. 13 N. 1

Trimestriel (mars - juin - septembre - décembre)

Driemaandelijks (maart - juni - september - december)

Se publica por año (en marzo - junio - septiembre - diciembre)

5 JAN. 1995



Crédit: M. Launois



Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever
S. GERLO
AGCD - Rue Bréderode 6, Brederodestraat - ABOS
1000 Bruxelles/Brussel



SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO

EDITORIAL / EDITORIAAL / EDITORIAL

Les nouvelles orientations de la politique d'aide et de sécurité alimentaires de l'Union européenne

De nieuwe orientaties van de hulp- en voedselzekerheidspolitiek van de Europese Unie

Las nuevas orientaciones de la política de ayuda y de seguridad alimentaria de la Unión europea

C. Carême 1

ARTICLES ORIGINAUX / OORSPRONKELIJKE ARTIKELS / ARTICULOS ORIGINALES

Analyse statistique de la production vivrière au Zaïre

Statistische analyse van de voedergewassenproductie in Zaïre

Análisis estadístico de la producción de hortalizas en el Zaïre

K.J. Sabiti 3

Effect of Fertilization and Cutting Frequency on the Yield of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD in Adamawa Plateau - Cameroon

Réponse du *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN et EVRARD à la fertilisation et à différentes fréquences de coupe en Adamaoua - Cameroun

Invloed van bemesting en maai-frekentie op de oogst van *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN en EVRARD in Adamaoua - Cameroen

Respuesta del *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN y EVRARD a la fertilización y a diferentes frecuencias de poda en la meseta del Adamaoua - Camerún

E. Tedonkeng Pamo & Rex D. Pieper 9

Variation géographique de *Commelina benghalensis* L. au Bénin

Geographische variatie van *Commelina benghalensis* L. in Benin

Variación geográfica del *Commelina benghalensis* L. en Benin

A. Ahanchédé & J. Gasquez 15

Gastrointestinal Strongyle Egg Output and its Relationship with Tick Burden in Gambian N'dama and Gobra Zebu Cattle

Excrétion d'oeufs de strongles gastro-intestinaux et relation avec la quantité de tiques chez des bovins gambiens N'damas et zébus Gobra

De uitscheiding van eieren van gastro-intestinale ronde wormen en haar verwantschap met het aantal teken op N'dama's en Gobra zebu's in Gambia.

Excreción de huevos de estróngilos gastro-intestinales y relación con la cantidad de garrapatas en los bovinos gambianos N'damas y cebús Gobra

R. C. Mattioli, J. Zinsstag, D. J. Clifford, M. Cassama & S. Kora 19

NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS

Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun

Enquête over de traditionele kipfokkerij in Cameroen

Ecuesta sobre la crianza tradicional de aves en Camerún

G.B. Agbédé, A. Téguia, Y. Manjeli 22

Agricultural Land-Use in Eroding Uplands : A Case Study in the Philippines

L'utilisation agricole de hautes terres en voie d'érosion : une étude de cas aux Philippines

Landbouwgrondgebruik op een door erosie aangetast hoogland : een "case study" in de Philippijnen

La utilización agraria de tierras de altitud en proceso de erosión : un estudio de caso en las Filipinas

S. Dondeyne, K. Opoku-Amejaw O. Puginier & Cecilia Sumande 25

Le criquet du Mato Grosso : l'agriculture est-elle responsable ?

De veldsprinkhaan van de Mato Grosso : is de landbouw hiervoor verantwoordelijk ?

El cigarrón de Mato Grosso : la agricultura es ella responsable ?

M. Lecoq & I. Pierozzi Jr. 32

Le changement technologique dans l'exploitation agricole des régions d'altitude au Burundi (Bututsi)

Technologische verandering in de landbouwwitbating van het hoogland van Burundi (Bututsi)

El cambio tecnológico en la explotación agrícola de regiones de altitud en Burundi (Bututsi)

P. Pozy 34

BIBLIOGRAPHIE/BOEKBESPREKING/BIBLIOGRAFIA 39

EDITORIAL

Les nouvelles orientations de la politique d'aide et de sécurité alimentaires de l'Union européenne

C. Carême

L'aide alimentaire représente 22 % de l'Aide Publique au Développement (APD) européenne et constitue actuellement l'un des principaux volets de la politique communautaire d'aide au développement.

En 1994, l'Union européenne est devenue le premier donateur mondial de l'aide alimentaire, les ressources financières totales de l'Union (Communauté et ses 15 Etats membres) allouées à ce secteur important de la politique de développement s'établissent à plus de 1 milliard d'Ecus, dont 204 millions d'Ecus au titre d'aide alimentaire d'urgence financée et gérée par le programme ECHO (European Community Humanitarian Office), office européen de l'aide humanitaire créé depuis 1992.

Ce montant représente 53 % de l'aide alimentaire mondiale, la part des Etats-Unis étant de 44 % et celle du Japon de 3 %. L'Afrique australe, de l'est et la corne de l'Afrique absorbent à elles seules 60 % de l'aide. Le solde se répartit principalement entre les autres états d'Afrique, y compris les pays méditerranéens, l'Amérique latine et l'Asie. En 1994, l'aide alimentaire a été octroyée à 80 pays différents, via plus de 50 organisations non gouvernementales (ONG) et 5 organisations internationales, dont 3 onusiennes.

En valeur financière, la répartition de l'aide communautaire par catégorie de produits est actuellement la suivante: céréales 31 %, lait en poudre 8,4 %, huile végétale et butteroil 8 %, autres produits 10,5 %, transport et stockage 39 %, etc. En tonnage, les céréales alimentaires représentent plus de 92 % du total transporté.

En 1994, l'aide communautaire bilatérale directe représentait 35 % du total de l'aide alimentaire. Ce type d'opération porte sur des actions structurelles de développement et, de ce fait, est plus intéressant au point de vue de la sécurité alimentaire à long terme. En règle générale, l'aide directe est vendue sur les marchés intérieurs de l'état concerné et génère des fonds de contrepartie. Cette aide monétisée est utilisée dans le cadre d'actions de développement qui concourent à une meilleure sécurité alimentaire et au mieux être des populations.

L'aide multilatérale ou indirecte représente environ 65 % de l'aide alimentaire de l'Union. Cette aide est souvent distribuée gratuitement car elle a pour objectif des actions de réhabilitation ou d'urgence prolongée. Elle est répartie de la manière suivante: ONG, 28 %, Programme Alimentaire Mondial (PAM), 25 %, Comité International de la Croix Rouge (CICR), 5 %, le solde se répartissant entre plusieurs institutions des Nations Unies.

Et que nous réserve l'avenir?

La production alimentaire mondiale croît plus vite que la population. Pourtant, tous les jours, des millions de personnes ne mangent pas à leur faim et, parmi elles, nombreuses sont celles qui ne mangent tout simplement pas. En conséquence, l'aide alimentaire est devenue une véritable nécessité et représente de nos jours une grande partie de l'aide publique au développement.

La stratégie de l'Union européenne relative à la politique de lutte contre la pauvreté et les pénuries alimentaires, fait l'objet de nouvelles propositions et orientations de la part de la Communauté. Par le biais de son aide alimentaire, l'Union désire promouvoir la sécurité alimentaire à long terme, à savoir l'accès de toute personne à tout moment à une alimentation suffisante pour une vie équilibrée, saine et active.

Les nouvelles orientations adoptées récemment par la Communauté européenne s'articule autour de trois axes principaux:

- l'aide alimentaire doit être considérée comme un élément fondamental de la politique de sécurité alimentaire à long terme et centrée sur les régions les plus défavorisées (Afrique subsaharienne, Asie du sud, Amérique centrale), avec une spécificité propre d'appui aux organisations non gouvernementales et multilatérales.

- l'adaptation de la base juridique aux récents changements géopolitiques au niveau mondial et notamment des PVD, vise une modification de la liste des pays potentiellement bénéficiaires de l'aide communautaire. Cette liste est considérablement élargie et comptera selon le nouveau règlement, plus de 120 pays, en particulier ceux résultant du démantèlement de l'ancienne URSS.
- le regroupement de tous les instruments juridiques précédents portant sur l'aide alimentaire dans une seule réglementation qui reprend toutes les dispositions de politique de l'aide alimentaire et des actions spécifiques d'appui à la sécurité alimentaire.

Par ailleurs, dans le cadre du nouvel Accord International sur les céréales de 1995, qui comprend deux instruments juridiques, la Convention sur le commerce des céréales et la Convention relative à l'aide alimentaire, entré en vigueur le 1er juillet 1995, l'Union européenne et ses 15 Etats membres s'engagent à réaliser en faveur des pays en voie de développement, une contribution annuelle d'aide alimentaire minimale de 1.755.000 tonnes d'équivalent céréales, dont 56 % à charge du budget communautaire et 44 % financés par les Etats membres, en actions nationales suivant un quota pour chaque pays.

L'Union européenne, devenue depuis peu le premier bailleur de fonds, engage résolument sa politique en matière de sécurité alimentaire dans un cadre global de développement des pays bénéficiaires.

Informé et sensibilisé les opinions publiques occidentales à la cause du développement en général et à celle du combat contre la faim dans le monde en particulier, qui demeure, pour citer Sophie Sorel, *une tragédie banalisée*, est notre responsabilité de chaque instant.

La philosophie de cette démarche a pour principal objectif de transformer les victimes des crises alimentaires en acteurs de leur processus de développement.

C. Carême Ir. AIGx,
Chargé de mission
Service Aide alimentaire et Aide d'Urgence
AGCD
Rue du Trône, 4
1050 Bruxelles

ARTICLES ORIGINAUX

OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES

ARTICULOS ORIGINALES

Analyse statistique de la production vivrière au Zaïre

K.J. Sabiti*

Keywords: Food production — Statistical analysis — Comparison — Regression models — Autocorrelated errors — Cochrane-Orcutt method — Multicollinearity.

Résumé

Le Zaïre dispose d'énormes potentialités agricoles grâce à sa grande superficie et à ses conditions climatiques qui font du climat zaïrois la synthèse des climats du monde tropical. Depuis plus de vingt ans, ce pays connaît de graves problèmes économiques et la production vivrière actuelle ne satisfait plus la demande intérieure. La présente étude se propose de faire une analyse statistique à l'aide des modèles de régression en comparant la situation agricole actuelle à celle qui prévalait avant l'accession du Zaïre à l'indépendance. Les variables utilisées sont la quantité produite, la surface cultivée, l'effectif de la population et le budget alloué à l'agriculture.

Il ressort de cette étude que l'augmentation du volume de la production agricole avant 1960 consistait d'une part, à maximiser le rendement à l'hectare afin d'éviter les extensions inconsidérées de la surface cultivée, alors qu'après 1960, cette augmentation est fonction de la maximisation de cette surface. D'autre part, avant 1960, l'amélioration des méthodes culturales et l'usage de matériels agricoles appropriés furent accompagnés par un accroissement du revenu des paysans en attirant ainsi la population vers l'activité agricole, alors qu'après 1960, le désintéressement de la population à cette activité est très significatif. Les faibles budgets alloués à l'agriculture par l'Etat après 1960 n'ont pas apporté une amélioration significative à la production vivrière.

Summary

Zaire has enormous agricultural potentialities thanks to its large surface and its climatic conditions which make zaïrian climate the synthesis of the climates of the tropical world. For more than twenty years, this country has lived serious economic problems and the present food production does not satisfy the internal demand any more. This study aims to make statistical analysis using regression models by comparing the recent agricultural situation with the situation before Zaire obtained its independence. The variables used are the producted quantity, the cultured area, the number of population and the budget allocated to the agriculture.

This study shows that increasing the volume of agricultural production before 1960 consisted in maximizing the yield per hectare in order to avoid useless extensions of the cultured area on the one hand, whereas after 1960, this increase is function of the maximization of this area. On the other hand, before 1960, the improvement of the culture methods and the use of convenient agricultural materials were accompanied by an increase in the peasants income by attracting population to agricultural activity whereas after 1960, the population disinterestedness in this activity is very significant. The weak budgets allocated to the agriculture after 1960 by the government have not contributed significantly to the improvement of the food production.

1. Introduction

Le Zaïre dispose d'un potentiel agricole énorme avec une superficie de 2.345.000 km² et une population de plus de 35 millions d'habitants dont près de 60 % vivent en zone rurale et dépendent presque entièrement de l'agriculture.

La diversité des conditions agro-climatiques fait que le climat zaïrois est une synthèse des climats du monde tropical. Cette situation présente un avantage pour le Zaïre qui est ainsi capable de cultiver toutes les plantes tropicales, aussi bien les plantes des zones pluvieuses et humides

que celles des zones à sécheresse plus marquée. La production de cette large gamme de cultures est destinée à la consommation locale et à l'exportation.

Le Zaïre est caractérisé principalement par trois zones de climat. La zone équatoriale bénéficie de pluies abondantes avec un climat chaud et humide et une température qui se maintient à la moyenne annuelle de 25°C. Les zones tropicales ont deux saisons dont la saison des pluies caractérisée par de fortes précipitations, chaleurs constantes

* Université de Lubumbashi, Faculté Polytechnique, Département de Sciences de Base, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaïre. Actuellement à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistique, Université Libre de Bruxelles, Campus Plaine, C.P. 210, Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique.

Reçu le 24.08.92 et accepté pour publication le 14.03.94.

(40° C le jour et 22° la nuit) et la saison sèche caractérisée par une rareté des pluies. La partie orientale est située dans la zone relativement tempérée couverte de savanes, de forêts et de montagnes.

En ce qui concerne l'hydrographie, le Zaïre est drainé presque entièrement par le fleuve Zaïre dont le bassin hydrographique est de 3.690.000 km², une longueur de 4.700 km et possède une dizaine de lacs et d'innombrables rivières. Le lac Mobutu est l'un des plus poissonneux du monde. On y trouve les lacs Tanganika, Kivu, Idi Amin, Moëro et plusieurs lacs résiduels tels que Tumba et Maindombe. En outre, le Zaïre possède une portion de mer dans sa partie occidentale (port de Matadi) sur laquelle on pratique la pêche maritime. La superficie globale des eaux libres représente environ 1,5 % de la superficie totale du territoire (4), soit 35.175 km² ce qui est largement supérieur à la superficie du Burundi qui est de 27.834 km².

Malgré toutes ces possibilités agricoles, le Zaïre connaît de sérieux problèmes surtout pour les principales cultures vivrières fortement consommées par la population. L'agriculture vivrière a beaucoup régressé et sa production ne satisfait plus la demande intérieure. Le pays est obligé d'importer des denrées de base afin de combler le déficit intérieur. Ce qui constitue une fuite de devises qui devraient servir à se procurer certains biens d'équipement nécessaires au développement de l'agriculture.

Disposant d'une telle superficie, d'une meilleure hydrographie et de bonnes conditions climatiques qui favorisent la production d'une large gamme de cultures, il serait important d'analyser le comportement de certains facteurs qui concourent à la production vivrière entre autres la contribution de la population et de l'Etat ainsi que le rendement du sol.

2. Système d'exploitation agricole

L'un des objectifs de la politique agricole doit être l'augmentation de la production agricole en vue de faire face d'une part à la demande constamment croissante des produits agricoles suite à une poussée démographique, et d'autre part, d'accélérer les investissements dans d'autres secteurs économiques grâce à l'accumulation des bénéfices provenant de l'agriculture (6).

En vue de promouvoir l'augmentation de la production agricole au Zaïre, l'INEAC (Institut National d'Etudes Agronomiques du Congo) en 1936 introduisit à Gadajika le système de paysannat sur un terrain de la station expérimentale (14). Il ne s'agissait jusque-là que d'une expérience à caractère scientifique. Mais c'est au cours des années 1940-1942 que l'INEAC a entrepris aux environs de Yangambi dans des champs appartenant à des paysans, des essais orientatifs sur certaines méthodes culturales.

Il s'est vite avéré que ce système était susceptible de faire progresser l'agriculture paysanne comparativement aux méthodes destructrices du sol pratiquées jusqu'alors reposant sur un cycle de culture de faible durée, par l'association de plantes diverses et une période de jachère toujours longue.

Bien que la production agricole était en pleine évolution, les méthodes agricoles, elles, n'ont pas évolué de la même manière (14). Cette situation était due principalement à la résistance des paysans à toute innovation, à leurs méconnaissances des conditions d'amélioration culturales, à l'ignorance de la valeur et de la rente du sol, de la rémunération du capital et du travail ainsi qu'à l'inadaptabilité de certaines conceptions agricoles européennes.

Les méthodes agricoles envisagées entre autres furent la mécanisation, l'usage des engrais et une courte période de jachère. Mais l'application généralisée de la mécanisation et l'usage des engrais ne serait préconisée que si les bases scientifiques et de nombreuses expérimentations étaient suffisamment établies (14).

3. Objectif du paysannat

La vocation profonde du paysannat consisterait essentiellement à remplacer l'agriculture extensive non rationnelle qui entraîne la destruction souvent irréversible des richesses naturelles, par une agriculture qui deviendra de plus en plus intensive tout en assurant la pérennité de la productivité du sol (5).

L'incidence de ce système (14) a été d'accroître considérablement le volume de la production en augmentant le rendement à l'hectare pour éviter des extensions inconsidérées. C'est ainsi qu'une amélioration des méthodes culturales, l'usage de matériels agricoles sélectionnés et la lutte phytosanitaire se sont accompagnés d'une augmentation des rendements à l'unité de surface et donc, d'une augmentation du revenu des paysans. Situation qui a beaucoup stimulé les paysans pour l'activité agricole.

En développant la productivité de l'agriculture paysanne, on a ainsi libéré du potentiel de travail, une énergie qui a été consacrée adéquatement à la culture des plantes industrielles et d'exportation, ou a servi à alimenter l'industrie, l'artisanat et le commerce dont la contribution majeure est le développement de l'économie en général.

4. Enjeux essentiels de l'agriculture avant 1960

Au Zaïre avant 1960, les enjeux essentiels de l'agriculture (12) étaient :

- la satisfaction des besoins alimentaires des populations et l'amélioration du ravitaillement de grands centres;
- l'amélioration des conditions de vie des cultivateurs par le développement des cultures industrielles et d'exportation, et par l'accroissement du rendement;
- l'attachement des autochtones à leurs terres (freinage de l'exode rural).

Nous pouvons regrouper les différentes cultures pratiquées au Zaïre avant et après 1960 en deux grandes catégories :

- Cultures vivrières :
froment, maïs, riz, sorgho, millet, éleusine, pommes de terre, patates douces, manioc, ignames, bananes plantains, arachides, soja, pois et haricots.

- Cultures industrielles :
coton, urena, sisal, raphia, copal, caoutchouc, canne à sucre, café, thé, cacao, poivre, quinquina, tabac, mûriers et fruits de palme.

Le coton, l'huile de palme, le café et le caoutchouc étaient du point de vue commercial, les principaux produits agricoles du Zaïre avant 1960 (15). Les autres produits étaient considérés de moindre importance du point de vue commercial ou étaient essentiellement destinés à l'alimentation locale. Dans cette étude, nous nous limiterons à une analyse statistique de six principales cultures vivrières à savoir le maïs, le riz, le manioc, les bananes plantains, l'arachide et le froment.

5. Variables d'études et hypothèses

La période d'étude avant 1960 va de 1945 à 1960 et après 1960 de 1970 à 1984. Les variables considérées dans cette étude sont les suivantes :

- la production annuelle (est la somme des productions annuelles de ces 6 cultures) exprimée en tonnes;
- la population en millions d'habitants;
- le budget alloué à l'agriculture exprimé en milliards de zaïres;
- la surface cultivée (est la somme des surfaces cultivées annuellement pour ces 6 cultures) exprimée en hectares.

Notons cependant l'absence des statistiques précises sur le budget alloué à l'agriculture avant 1960 et de 1960 à 1969 pour la période après l'indépendance. Ces statistiques disponibles pour le budget alloué à l'agriculture de 1970 à 1985 nous aideront à explorer la volonté gouvernementale en matière de politique agricole pour la période après 1960.

En ce qui concerne la production agricole avant 1960, les quantités utilisées sont la somme des productions des paysans et des européens habitant le Zaïre à cette époque. Les effectifs de la population sont tirés de (1). Les quantités produites et les surfaces cultivées sont tirées de (2, 7, 8, 9, 11, 12, 13 et 15). Les quantités considérées ici pour les deux périodes sont celles qui ont été commercialisées et reprises dans les statistiques officielles et la présente étude ne tient pas compte de celles dites «économie informelle» dont les quantités ne sont pas faciles à évaluer. Il s'agirait par exemple des quantités que chaque cultivateur réserve pour sa propre consommation ou des quantités vendues dans des circuits non officiels.

Il faudra aussi souligner qu'après 1960, l'enregistrement des données statistiques ne s'est pas fait de manière régulière et avec la même rigueur qu'avant 1960 où les moniteurs et autres responsables agricoles étaient plus proches des cultivateurs et pouvaient ainsi évaluer plus facilement les productions et les surfaces cultivées.

Pour analyser l'évolution de la production vivrière au Zaïre avant et après 1960, nous supposons que :

- les conditions climatiques avant et après 1960 n'ont pas beaucoup changé, ce qui voudrait dire entre

autres que l'alternance des saisons a gardé son rythme quasi-normal;

- les méthodes culturelles des populations n'ont pas beaucoup évolué. Nous sous-entendons par exemple que les innovations culturelles introduites avant 1960 ont été presque abandonnées par manque de suivi.

6. Méthodologie

Les méthodes statistiques utilisées dans cette étude restent classiques, elles font appel à la technique d'estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires. Lorsque l'autocorrélation dans les résidus est importante (test de Durbin-Watson), nous utilisons la méthode initiée par Cochrane et Orcutt (3) afin d'éliminer cette autocorrélation et obtenir ainsi des résidus qui se comporteraient en variables aléatoires normales, indépendantes et identiquement distribuées de moyenne zéro et variance σ^2 . La régression multiple suivante est estimée

$$Production(t) = \beta_0 + \beta_1 Surface(t) + \beta_2 Population(t) + \beta_3 Budget(t) + \xi(t)$$

où $\xi(t)$ est une variable aléatoire indépendante et identiquement distribuée de moyenne zéro et de variance σ^2 . Si cette dernière hypothèse n'est pas remplie, nous supposons alors que le terme d'erreur $\xi(t)$ est généré par un processus autorégressif d'ordre un, donné par l'équation

$$\xi(t) = \rho_1 \xi_1(t-1) + \epsilon(t)$$

où $\epsilon(t)$ sera une variable aléatoire Gaussienne.

7. Résultats et interprétation

Dans cette section, nous analysons l'interdépendance des variables étudiées à partir des coefficients de corrélation, nous présentons deux modèles de régression de la production agricole par période et un troisième modèle qui inclura la variable «budget» uniquement pour la seconde période.

7.1. Liaison entre variables

Nous présentons ci-dessous les coefficients de corrélation entre les différentes variables étudiées.

TABLEAU 1
Matrice des coefficients de corrélation

	Avant 1960		
	Production	Population	Surface cultivée
Production	1,00	0,91	0,66
Population	0,91	1,00	0,45
Surface cultivée	0,66	0,45	1,00
	Après 1960		
	Production	Population	Surface cultivée
Production	1,00	0,94	0,98
Population	0,94	1,00	0,97
Surface cultivée	0,98	0,97	1,00
Budget	-0,41	-0,31	-0,28

Un coefficient de corrélation positif signifie que les deux variables ont évolué dans la même direction de croissance tandis qu'un coefficient négatif signifie que ces deux variables ont évolué de façon opposée dans le temps.

Pendant la première période (avant 1960), nous constatons que la production et la variable population (coefficient = 0,91) ont évolué de manière très liée par rapport au reste des coefficients de ce sous-tableau. Ce qui voudrait dire que la vitesse d'accroissement de la production s'est fortement adaptée à la vitesse d'accroissement de la population. Le coefficient de corrélation entre la population et la surface cultivée paraît faible. Nous pourrions dire que la vitesse d'accroissement de la surface cultivée s'adapte faiblement à la vitesse d'accroissement de la population.

L'interdépendance entre la production et la surface cultivée (coefficient = 0,66) est statistiquement significative, mais elle n'est pas assez élevée. Ce qui signifierait que la surface cultivée a évolué avec une vitesse moins proportionnelle à la vitesse d'accroissement de la production agricole. Cette situation pourrait s'expliquer par la politique agricole pratiquée avant 1960 consistant à accroître considérablement le volume de la production en augmentant le rendement à l'hectare afin d'éviter des extensions inconsidérées de la surface cultivée.

Lorsqu'on observe le deuxième sous-tableau (période après 1960), on peut s'étonner du niveau des coefficients de corrélation (0,94; 0,98 et 0,97). Cela supposerait que ces variables ont évolué dans la même direction de croissance de manière très liée. Ce qui signifierait par exemple que l'accroissement de la population s'est donc accompagné d'un accroissement de la production et de la surface cultivée. La réalité observée actuellement ne permet pas d'être si optimiste et on peut croire que ce sous-tableau masquerait un certain nombre de phénomènes, entre autres la vitesse réelle de croissance de la production agricole par rapport à la croissance de la population.

Pour la seconde période, les coefficients de corrélation de ces variables avec la variable «budget» alloué à l'agriculture sont tous négatifs. Ce qui signifierait que les budgets alloués à l'agriculture ont régressé au fil des années comme le montre d'ailleurs le tableau 6, alors que le besoin alimentaire de la population n'a fait qu'augmenter suite à l'accroissement de celle-ci.

Il faut aussi souligner qu'après 1960, la politique concernant les cultures industrielles et d'exportation a été encouragée puisqu'elle rapportait plus de devises à l'Etat. Mais cette politique agricole n'a pas mieux réussi après 1960 à cause du désintéressement de l'Etat en allouant un faible budget à l'agriculture. Ainsi, les recettes en devises obtenues des cultures industrielles et d'importation ont été utilisées par exemple pour importer des produits vivriers afin de compenser le déficit intérieur de la production vivrière (16). Alors qu'avant 1960, cette politique était également beaucoup axée sur ces mêmes cultures mais en garantissant toutefois l'évolution des cultures vivrières. Le tableau ci-dessus indique également l'existence de la multicollinéarité entre les variables explicatives. Cette multicollinéarité sera testée dans les paragraphes qui suivent.

7.2. Modèles de régression de la production

Afin de déterminer la contribution des variables population et surface cultivée dans la production agricole vivrière, nous présentons ci-dessous trois régressions différentes dont deux identiques pour les deux périodes et une troisième uniquement pour la seconde période.

7.2.1. Estimation de la production en fonction de la surface cultivée

Soit la régression

$$Production(t) = \beta_0 + \beta_1 Surface(t) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

où la production et la surface cultivée sont respectivement les variables endogène et exogène, β_0 et β_1 sont les coefficients à estimer et $\varepsilon(t)$ est le terme d'erreur. Les résultats obtenus par la méthode des moindres carrés ordinaires sont donnés dans le tableau 2 ci-dessous.

TABLEAU 2
Résultats d'estimation

Avant 1960					
Variables	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	D-W	R ²
constante	-1402632,20	-0,36	0,73	0,73	0,38
Surface	6,53	2,80	0,02		
Après 1960					
Variables	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	D-W	R ²
constante	-2919377,60	-2,67	0,02	0,99	0,95
Surface	5,10	16,30	0,00		

De ce tableau 2, on peut constater que les valeurs de la statistique D-W (Durbin-Watson) sont de loin inférieures à 2, ce qui montre l'existence d'une autocorrélation positive dans les résidus. De ce fait, nous utilisons la méthode itérative de Cochrane et Orcutt (3) qui fournit des estimateurs non biaisés et asymptotiquement efficaces. Les résultats d'estimation sont donnés dans le tableau 3 ci-après. Nous avons utilisé la même méthode pour toutes les régressions qui suivent.

TABLEAU 3
Résultats d'estimation

Avant 1960				
Variables	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	R ²
constante	-7158724,80	3,97	0,00	0,82
Surface	2,29	2,64	0,03	
Après 1960				
Variables	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	R ²
constante	-440415,70	-3,45	0,01	0,98
Surface	5,49	15,47	0,00	

Pour la période avant 1960, la valeur estimée du coefficient de la variable surface cultivée est positive, ce qui voudrait dire que cette variable a une contribution positive dans la production agricole. Il en est de même pour la période après 1960. Lorsqu'on observe les résultats de la seconde période, on se rend compte que le pourcentage d'apport en informations de la variable surface cultivée est de 98 %. Ce qui paraît paradoxal dans la mesure où sans la participation de la population ainsi que d'autres facteurs tels que les engrais et le budget alloué à l'agriculture, on ne peut prétendre obtenir une quelconque production agricole. Ce qui voudrait dire qu'au Zaïre, après 1960, la production agricole ne dépend pas de l'effort fourni par la population ni d'autres facteurs.

En ce qui concerne la régression de la première période, la variable surface cultivée n'apporte que 82 % d'informations pour expliquer la production agricole. Statistiquement, cela signifierait que la surface cultivée n'est pas la

seule variable permettant d'expliquer la production agricole. Il faudrait ajouter d'autres variables explicatives dans le modèle afin d'augmenter le pourcentage d'informations. Nous introduisons ainsi la variable population.

7.2.2. Estimation de la production en fonction de la surface cultivée et de la population

Soit la régression

$$\text{Production}(t) = \beta_0 + \beta_1 \text{Surface}(t) + \beta_2 \text{Population}(t) + \varepsilon(t) \quad (2)$$

où la population est une deuxième variable exogène. Les résultats obtenus par la méthode des moindres carrés ordinaires sont donnés dans le tableau 4 ci-dessous.

TABLEAU 4
Résultats d'estimation

Avant 1960				
Variabes	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	R ²
constante	-380331,87	-0,22	0,84	0,90
Surface	0,52	5,21	0,00	
Population	2,06	2,43	0,05	
Après 1960				
Variabes	Coefficients estimés	Statistique de Student	Probabilité de signification	R ²
constante	-3216809,90	-1,51	0,16	0,98
Surface	0,04	0,53	0,61	
Population	4,82	4,03	0,00	

Lorsqu'on introduit la variable population dans le modèle, la valeur estimée de son coefficient apparaît positive pour les deux périodes et signifierait que la population contribue positivement dans l'effort de la production agricole. Pour la seconde période, le test statistique sur la nullité de ce coefficient indique que cette variable n'apporte pas d'informations supplémentaires pour expliquer la production (probabilité de signification supérieure à 5 %) et suggérerait même qu'elle soit écartée dans le modèle. Son manque d'apport en information est d'ailleurs confirmé au niveau du coefficient de détermination ($R^2 = 98\%$) qui est resté inchangé.

Pour la période avant 1960, la variable population contribue positivement dans l'effort de production agricole et son coefficient estimé est statistiquement significatif. L'apport en informations passe de 82 % à 90 %, c'est-à-dire que la population et la surface cultivée contribuent conjointement à l'effort de la production. Ce modèle montre qu'avant 1960, la population participait de manière active à l'activité agricole. L'amélioration des méthodes culturales et l'accroissement du rendement à l'hectare ont entraîné une augmentation de revenu des paysans, élément qui a beaucoup stimulé la population pour le travail agricole. Quant à la seconde période, plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer la faiblesse de l'agriculture vivrière, entre autres les faibles prix alloués

cultivateurs, l'exode rural, le faible budget alloué à l'agriculture, le manque d'encadrement des cultivateurs et le repli de la population vers une agriculture de subsistance.

7.2.3. Importance des variables dans l'effort de production

Nous présentons ci-dessous l'importance de chaque variable exogène dans l'effort de la production agricole pour les deux périodes. Un coefficient positif signifierait que cette variable a une importance positive dans l'activité agricole.

TABLEAU 5

Classement des variables selon leur importance

Variabes	Classement	Importance avant 1960	Classement	Importance avant 1960
Population	1	2.407.300	2	443.760
Surface cultivée	2	1.136.200	1	6.839.700

Ce tableau montre qu'avant 1960, la variable population avait une grande importance dans l'activité agricole suivie de la surface cultivée. Ce qui semblerait plus logique dans la mesure où c'est l'homme qui initie toute activité et qui décide du nombre d'hectares qu'il pourrait allouer pour tel produit agricole. La deuxième période semble tout à fait différente de la première où la surface cultivée est la variable la plus importante que la participation de l'homme à l'activité agricole.

Lorsque nous comparons ces deux périodes, nous nous rendons compte que l'effort de la population avant 1960 est 5 fois plus important que l'effort consenti après 1960. Deux types de politique agricole peuvent être mis en évidence à partir du tableau 5. Avant 1960, la politique agricole consistait à accroître le volume de la production en augmentant le rendement à l'hectare afin d'éviter des extensions inconsidérées de la surface cultivée. Après 1960, la maximisation du volume de la production est fonction de l'accroissement de la surface cultivée. Après 1960, la volonté gouvernementale en matière agricole peut être expliquée par les différents budgets alloués à l'agriculture présentés dans le tableau 6 ci-dessous, et qui démontrerait réellement le niveau de la participation de l'Etat dans cette activité.

TABLEAU 6

Budgets alloués à l'agriculture

Année	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Budget en %	2,5	5,6	2,5	8,7	4,2	2,8	3,7	2,9	2,9	0,7	0,8

Ces chiffres expliqueraient à eux seuls l'importance que l'Etat a accordé à l'agriculture après 1960. Nous pourrions même dire que l'agriculture vivrière n'a jamais été un des objectifs prioritaires de l'Etat zairois ou tout simplement qu'il s'est désintéressé de cette activité économique. Lorsqu'on introduit la variable «budget» alloué à l'agriculture dans la dernière régression et ce pour la seconde période, on obtient les résultats suivants :

TABLEAU 7
Résultats d'estimation

Variables	Après 1960			
	Coefficients estimés	Ecart-type	T-student	R ²
constante	-275800	1203600	-0,22	0,99
Surface	3,685	0,695	5,30	
Population	0,095	0,047	2,02	
Budget	-126250	24440	-5,17	

Toutes les variables exogènes dans ce tableau sont significatives, mais la variable budget apparaît avec un signe négatif. Ce qui confirme nos affirmations faites à partir des coefficients des corrélations. La variable budget n'apporte pas assez d'informations pour expliquer la production vivrière, car le R^2_{adj} passe tout simplement de 0,98 à 0,99. Lorsqu'on classe ces 3 variables par ordre d'importance, c'est la variable surface cultivée qui revient en tête comme pour le tableau 5. La surface cultivée reste donc la variable la plus importante pour expliquer la production vivrière au Zaïre.

8. Conclusion

Une analyse statistique de la production vivrière au Zaïre avant et après 1960 a été proposée. Quelques constatations ont été dégagées à partir des différentes régressions qui ont été estimées. Pendant la première période, l'augmentation du volume de la production consistait à maximiser le rendement à l'hectare afin d'éviter des extensions inconsidérées de la surface cultivée. Les variables popula-

tion et surface cultivée ont contribué significativement à l'accroissement de la production vivrière. La population était la variable la plus importante en explication, suivie de la surface cultivée. Ce qui explique que la politique agricole avant 1960 consistait à maximiser le rendement à l'hectare afin d'éviter des extensions inconsidérées de la surface cultivée. L'accroissement de la production qui a été constaté résulterait entre autres de l'amélioration des méthodes culturales, de l'usage de matériels agricoles appropriés ainsi que de la lutte phytosanitaire. Cet accroissement de la production s'est accompagné d'un accroissement du revenu des paysans qui a attiré davantage la population à l'activité agricole.

Après 1960, la variable population a été reléguée en deuxième position et la politique agricole qui a été pratiquée consistait à maximiser la surface cultivée. Il a également été noté pour la seconde période que la faible participation de l'Etat dans l'effort de la production agricole découlait entre autres des faibles budgets alloués à l'agriculture qui auraient entraîné la régression de l'agriculture vivrière. D'autres éléments peuvent être avancés tels que le manque de politiques agricoles appropriées et le manque d'encadrement des cultivateurs. Il faut enfin souligner le problème des statistiques agricoles après 1960 dont les enregistrements n'ont pas été faits avec le même esprit que pour la première période. Dans l'ensemble, l'homoscédasticité a été également constatée et la multicolinéarité testée n'a pas endommagé les résultats obtenus.

Références bibliographiques

1. Annuaire démographique. Nations Unies, 1979.
2. Bulletin agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, 1960. Volume Jubilaire (1910-1960).
3. Cochrane D. & Orcutt G.H., 1949. Applications of least squares regression to relationships containing autocorrelated error terms. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. **44**, p. 32-61.
4. Gomez J., 1961. Production de protéines animales au Congo. *Bulletin agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, 690-721.
5. Henry J., 1952. Les bases théoriques des essais de paysannats indigènes. *Bulletin agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, Vol. **43**, 159-192.
6. Mafikiri T.N., Bahandi .M. & Tshibaka T.B., 1989. Analyse économique de l'impact de différentes méthodes d'épandage des engrais chimiques sur la rentabilité de la culture de maïs (Shaba) à Yangambi. *Tropicultura*, Vol. **7**, 145-147
7. Rapport du Ministère de l'Economie Nationale, de l'Industrie et du Tourisme, République Démocratique du Congo, juin 1969.
8. Rapports de la Banque nationale du Congo, 1967 et 1968-1969.
9. Rapports de la Banque du Zaïre, de 1970 à 1984.
10. Sabiti K. & Mwimpe D., 1991. Evolution de la production agricole au Zaïre avant et après 1960. *Tropicultura*, Vol. **9**, 155-158.
11. Situation actuelle de l'agriculture zaïroise. Division de Stratégie et Planification Agricole. Projet 660-070/USAID/PRAGMA CORP., janvier 1978.
12. Staner P., 1951. La situation économique du Congo-Belge en 1950. Imprimerie Disonnais, Dison.
13. Staner P., 1954. La situation économique du Congo-Belge en 1953. Imprimerie Louviéroise, La Louvière.
14. Staner P., 1955a. Les paysannats indigènes du Congo-Belge et du Ruanda-Urundi. *Bulletin agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, Vol. **46**, 3, 467-559.
15. Staner P., 1955b. Les paysannats indigènes du Congo-Belge et du Ruanda-Urundi. La situation économique du Congo-Belge en 1954. Imprimerie Louviéroise, La Louvière.
16. Waka N., 1976. Place de l'agriculture au sein de l'économie zaïroise. Travail de fin de cycle. Université Nationale du Zaïre, Campus de Kinshasa, Faculté des Sciences Economiques. Inédit.

Effect of Fertilization and Cutting Frequency on the Yield of *Brachiaria Ruziziensis* GERMAIN and EVRARD in Adamawa Plateau-Cameroon

E. Tedonkeng Pamo* & R.D. Pieper**

Keywords : *Brachiaria ruziziensis* — Fertilization — Cutting frequency — Yield — Cameroon.

Summary

A study of the effect of nitrogen fertilizer (in the presence of potassium and phosphorus) and cutting frequency on the yield of *Brachiaria ruziziensis* was undertaken at the Wakwa animal Research Station on ferrallitic soil. A 7x3 factorial design was used. The treatments were seven levels of nitrogen fertilizer (0, 40, 50, 60, 70 and 90 units of nitrogen) and three cutting frequencies (heavy : 30 days, moderate : 45 days and light : 60 days). Single application of 100 units of triple superphosphate and potassium sulfate per hectare and nitrogen at the above mentioned rates was made at the beginning of each rainy season. Later, after each cutting nitrogen alone was applied. Results of three years of study indicate that fertilization consistently increased the yield of *Brachiaria ruziziensis* compared to non-fertilized plots by as much as 132.8 %, 133.7 % and 92.83 % respectively in 1985, 1986 and 1987. Polynomial adjustment of means equally gave very good results as shown by the relatively high coefficient of determination as R^2 (0.93 in 1985, 0.99 in 1986 and 0.76 in 1987). Herbage yield was greater from plots clipped every 30 days than from those clipped every 45 or 60 days. This suggests that productivity of *Brachiaria ruziziensis* seeded pastures can be improved when rotational grazing with a rest period of about thirty days is practiced.

Résumé

La réponse de *Brachiaria ruziziensis* à la fertilisation azotée (en présence du potassium et du phosphore) et à différentes fréquences de coupe a été entreprise à la Station de Recherche Zootechnique de Wakwa sur un sol ferrallitique. Un essai factoriel avec sept doses d'azote (0, 40, 50, 60, 70, 80 et 90 unités d'azote/ha) et trois fréquences de coupes (30 jours, fortes ; 45 jours, moyennes et 60 jours, faibles) a été utilisé. L'application en une seule fois de 100 unités de superphosphate triple, de sulfate de potassium et d'azote aux doses ci-dessus indiquées était réalisée au début de chaque saison des pluies. Après chaque coupe, l'azote était réappliqué seul. Les résultats de trois années d'étude ont montré que la fertilisation a régulièrement augmenté la production de *Brachiaria ruziziensis* comparé aux témoins de 132,8 %, 133,7 % et 92,83 % en 1985, 1986 et 1987 respectivement. L'ajustement polynomial des données moyennes a fourni de bons résultats comme le montrent les coefficients de détermination R^2 (0,93 en 1985 ; 0,99 en 1986 et 0,76 en 1987) relativement élevés. La production fourragère était plus élevée sur les parcelles coupées tous les 30 jours comparés aux parcelles coupées tous les 45 ou 60 jours. Ce qui suggère que la productivité de *Brachiaria ruziziensis* peut être améliorée avec un système de pâture autorisant 30 jours de repos en saison des pluies.

Introduction

The alternation of relatively long dry and short rainy seasons, as one moves from the south to the north in the Sahel-Sudan region of West Africa, has a great influence on the productivity and quality of rangeland. During the rainy season, range plants grow rapidly and, although their quality may be good early in the season, they mature rapidly with a resulting decline in quality. In the dry season, grasses become dry and scorched. Their decline in quality impairs the productivity of ruminant livestock that depend mainly on grassland. Often this decline in nutritive value of range forage plants is so drastic that animals experience serious reduction in protein, energy, mineral and vitamin intake. This generally leads to the loss of weight (20 % for mature cows (4), 30 % (28), 28 % for a lactating local Foulbé cow (9), reduction or cessation of growth, and a sharp decline in milk production for lactating cows. Consequently, nutrition has frequently been cited as the

most limiting factor in animal production in the tropics of Africa (1, 27, 28). Alternate weight gain and weight loss force animals to take 5-6 years to reach slaughter weight (23, 28, 29).

Supplementation of feed or available high-quality conserved forage (hay or silage) with a relative high energy and protein content during the dormant period can enable animals to maintain and even increase weight acquired during the wet season. While the technique of silage conservation still has to be learnt and adopted, especially by farmers on a large scale, the technique of hay conservation has been introduced and is currently being used by several farms of the Adamawa plateau. Related to the expansion of hay production is the need to have a very high quality forage and a sound management technique to help farmers obtain the optimum from this production system.

*National Institute of Rural Development, Department of Animal Science, Feed Resource Programme, P.O. Box 222, Dschang, Cameroon.

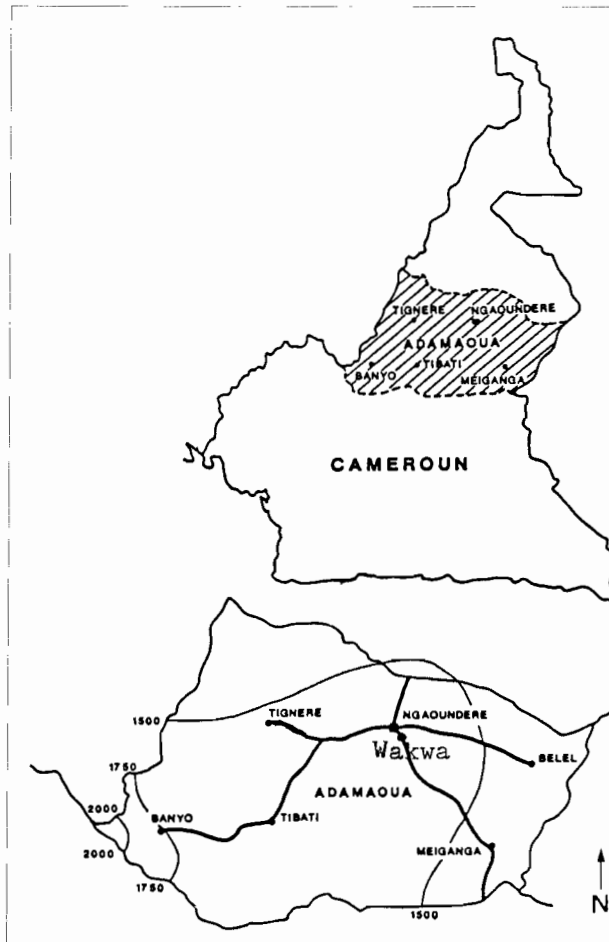
**Animal and Range Sciences Department, New Mexico State University, Las Cruces N.M., 88003 United States of America.

Received on 18.04.92 and accepted for publication on 22.06.94.

Fertilizers have been shown to increase forage yields under some range conditions (6, 11, 14, 15) but very little under others (20, 23). Thus, in recent years, a great deal of attention has been directed to the possibilities of increased forage production by fertilization. Various studies (17, 31) have been conducted on the response of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD, one of the best perennial forage grasses of the region, to fertilization at the Wakwa Animal Research Station. The study by Yonkeu (31) indicated that application of phosphorus to improve the yield of *Brachiaria ruziziensis* on ferralitic soil of the region was not efficient. Hence the use of about 50 units of P_2O_5 /ha would be seen adequate for maintaining the production potentials of the soil. The study by Pamo (17) indicated that nitrogen fertilization significantly increase the production of *Brachiaria ruziziensis* ; although this increase was not consistent from year to year. Several previous unpublished data collected at the Wakwa Animal Research Station equally indicated that *Brachiaria ruziziensis* responded to the application of nitrogen fertilizer. However, the quantity of nitrogen needed to give maximum yield of this forage in the presence of potassium and phosphorus was neither known nor was the optimum cutting frequency. As a result, this study was undertaken to determine the effect of nitrogen fertilization in the presence of potassium and phosphorus and cutting frequency on the productivity of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD.

Material and Methods

The study was conducted on the Wakwa Animal Research Station located on the Adamawa plateau, 7 km south of Ngaoundere, at an altitude of about 1200 m. The climate of the region is classified as Sudan-guinean type. The long term mean annual precipitation in the station is 1706.2 mm (16); however, during the study period (1985-1987), the annual precipitation varied between 1570 mm (1985) and 1451.5 mm (1987) indicating a drop of about 7.5 % while the number of rainy days for a growing season of about 240 days decreased from 133 days (1985) to 114 days (1987) or a drop of 14.2 %. The pentadaily distribution of precipitation (fig. 1 a, b and c) however appears normal indicating potential regular moisture availability for forage growth during the growing season despite the reduction in quantity. More than 80 % of this moisture falls between May and October.



Location of the study area

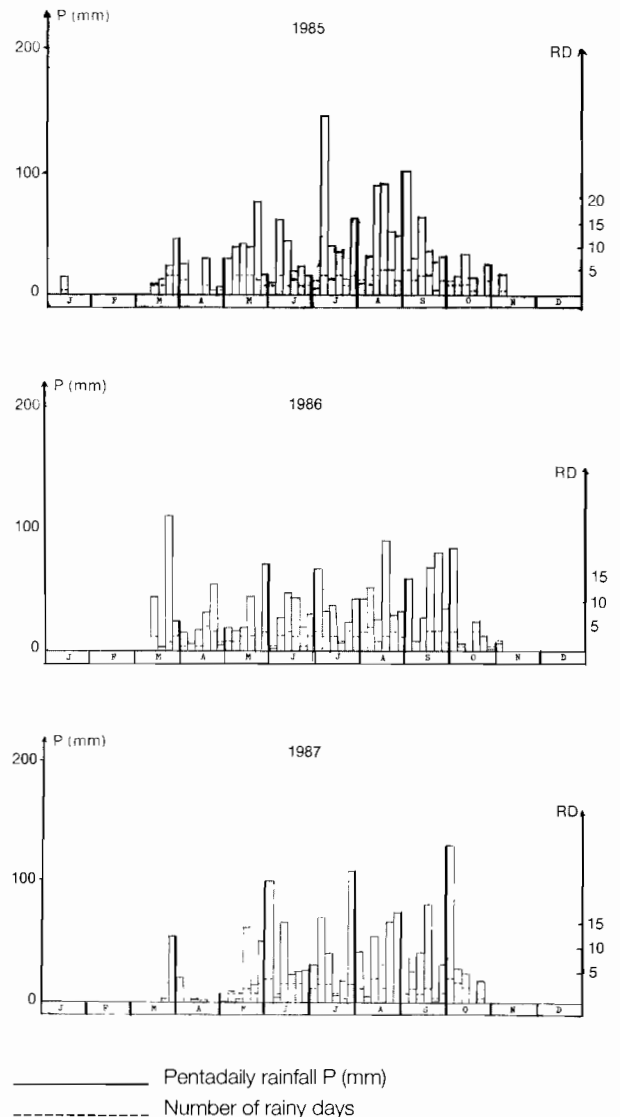


Figure 1 - Pentadaily rainfall and Number of Days in 1985 - 1986 - 1987.

The soil of the experimental site is classified as ferrallitic on recent basaltic substratum. It is a relatively acidic (pH = 5.55) soil, rich in organic matter with the favorable C/N ratio: 17. However, it is very low in exchangeable bases as well as assimilable phosphorus reserve (P. Olsem = 26 ppm).

The field study started in May at the onset of the 1985 rainy season. The design was a completely randomized 7x3 factorial with four replicates. The treatments were seven levels of nitrogen in the form of ammonium sulfate at 21 % N (0, 40, 50, 60, 70, 80, 90 units of nitrogen/ha) and three cutting frequencies ($F_1 = 30$ days, heavy; $F_2 = 45$ days, moderate; $F_3 = 60$ days, light). A single application of 100 units of triple superphosphate at 47 % and potassium sulfate at 50 % per hectare was made at the beginning of each rainy season after the zero timing of *Brachiaria ruziziensis* on each plot at 5 cm above the ground level.

The trial was carried out on a fine seed-bed which has been prepared by ploughing and harrowing with a disc and toothed harrow. On each replicate twenty one plots (2x10m) were demarcated with iron pegs. Plots were separated from each other by a one meter buffer interval. In each plot, four seed bed lines were dug with a hoe at 40 cm spacing and handseeded a about 3 cm depth. About two months after planting the experiment was zero timed by cutting back all the plots at 15 cm above ground level. Nitrogen as well as potassium and phosphorus at the above mentioned rate was then applied and later nitrogen alone after each cutting.

During each cutting period, a one meter strip of the plot was removed from each end and about 47 cm on each

side, such that the grasses were cut over an area of 1.06 x 8 m and the total fresh herbage weights were recorded. Sub-samples of 500 g were randomly hand-picked after thorough mixing and furnace-dried at 90°-95°C during 24 h. These weights were used as the dry matter (DM)-factor to estimate the yield in dry matter per hectare. Analysis of variance was carried out on the data and significant differences among treatments were tested with Duncan's multiple range test (24).

Results and Discussion

Brachiaria ruziziensis establishment was excellent. About two weeks after seeding in 1985, most if not all seeds had germinated and plants grew uniformly until zero timing about two months later. During the subsequent years, about two months after the first rains, the plots had resumed growth and were zero timed.

The analysis of variance of the total dry matter of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD shows that the application of nitrogen fertilization improves the yield of the forage considerably. Differences due to fertilization and cutting frequency were all significant ($P < 0.05$) but their interactions were not ($P > 0.05$). This indicates that both treatments react consistently in the same way. The standard deviation of the various mean yields at different rates and cutting frequencies (Table 1) appears in some cases to be large. This was due to the fact that within the year after fertilization following cutting, evidence of *Brachiaria ruziziensis* burning by nitrogen was observed on certain parts of some plots. This generally happened when, after fertilization, rain did not fall for one or two days. Consequently, this burning

Table 1
Forage and their means in kg of dry matter per hectare under different fertilization rates and cutting frequencies.

Years	Units of N/ha Cutting frequency	0	40	50	60	70	80	90	Means**
1985	$F_1=30$ days	2079.5a	4830.3b	4901.5ba	5361.5b	7076.3c	7346.3c	7050.bc	5520.8 ±1862a
	$F_2=45$ days	3464a	3774a	2590.8a	2639.5a	3700.8a	4241.5a	4627.8a	3576.9 ±760b
	$F_3=60$ days	1752.3a	3712ab	3620.5ab	4690b	5107.3b	5142.5b	5307.3b	4190.3 ±1274b
	MEANS*	±908.6a	±628.4cd	±1158cd	±1418cd	±1695bc	±1593.9b	±1249.4b	
1986	$F_1=30$ days	1382.8a	3610.5b	4219b	3782b	4062.3b	4824b	4399.8b	3754.3 ±1119.5ab
	$F_2=45$ days	2488.8a	4010.3b	4195.3b	4516.3b	4281b	4419b	4464.5b	4055 ±712b
	$F_3=60$ days	1846.3a	3439b	3173.3ab	3821.3b	4147.5b	4122.5b	3818.3b	3481.4 ±801a
	MEANS*	±906.6	±3686.6	±3862.5	±4039.8	±4163.6	±4455.2	±4227.5	±3555.5b
1987	$F_1=30$ days	3574.3a	5151.8ab	5993bc	7795.3c	6764.5bc	6478bc	5645.5b	5914.6 ±1336a
	$F_2=45$ days	2684.8a	4702.5ab	5338.3ab	4988.8ab	4612.5ab	4513ab	6125.5b	4859.3 ±756.5b
	$F_3=60$ days	2429.3a	4022.8ab	3624.8a	5988.8b	3642.5a	4462ab	4267ab	4062.4 ±1076c
	MEANS*	±695.1a	±568.4ab	±1223bc	±1422.4c	±1598bc	±1149bc	±964.7bc	

* Means in the same row bearing the same subscripts are not significantly different ($p < 0.05$)

** Means in the column bearing the same subscripts are not significantly different ($p < 0.05$).

probably delayed growth resumption and then, influenced the production of the forage during the subsequent evaluation period.

During the three-year period of study, there were significant differences in herbage yields between the control and the fertilized plots (Table 1).

Unfertilized plots produced an average 2.4, 1.9 and 3.2 tons of dry matter herbage per hectare in 1985, 1986 and 1987 respectively; while fertilized plots yielded an average of 5.7, 4.5 and 6.2 tons with 90, 80 and 60 units of nitrogen per hectare in 1985, 1986 and 1987. This shows an increase as compared to the control of 132.8 %, 133.7 % and 92.9 % for the respective years. Mader (11) in True Prairie and Owensby and al. (14) have obtained similar results. The results of the study by al. (14) have obtained similar results. The results of the study by Mader were attributed only to nitrogen although nitrogen fertilization was used in combination with phosphorus and potassium.

In 1985, maximum forage yields of 7.3, 4.6 and 5.3 tons of dry matter per hectare were obtained with a fertilization rate of 80, 90 and 90 units of nitrogen per hectare for heavy, moderate and light cutting frequencies, respectively (Table 1).

Within the same cutting frequency, there were no significant differences ($P > 0.05$) in yield obtained between fertilization rates of 40 and 80 units of nitrogen per hectare. However, significant differences ($P < 0.05$) were found to exist for yields obtained with fertilization rate of 40-60 and 70-90 units of nitrogen per hectare. No significant differences ($P > 0.05$) between the yields were found at various fertilization rates at the moderate cutting frequency while under the light cutting frequency a significant difference ($P < 0.05$) could mainly be observed between the fertilized and unfertilized plots.

Polynomial adjustment in 1985 of the yield under different fertilization rates for the three cutting frequencies as indicated below gave variable results:

$$F_1 : Y = 2045.04 + 69.39 N - 0.10 N^2 \quad R^2 = 0.94$$

$$F_2 : Y = 3577.64 - 38.61 N + 0.56 N^2 \quad R^2 = 0.60$$

$$F_3 : Y = 1717.42 + 54.32 N - 0.14 N^2 \quad R^2 = 0.96$$

These adjustments were quite good for heavy and light cutting frequencies as shown by the relatively high coefficient of determination which indicates the proportion of total variation in forage production which can be explained by the regression curve. This coefficient was however relatively low under moderate cutting frequency. Optimum production could not be derived from these adjustments indicating that there was still good potential for increasing forage production under this experimental condition.

In 1986, surprisingly, there was a general decrease in forage yield (52.3 %, 2.5 % and 28 %) (Table 1) at heavy, moderate and light cutting frequencies as compared to the maximum production of the previous years; despite the fall of similar amount of precipitation (1570 and 1568 mm in 1985 and 1986 respectively) distributed over the same number of months. In all the three cutting frequencies significant differences ($P < 0.05$) were observed between

fertilized and unfertilized plots, but none between fertilized plots (Table 1).

This indicates that in 1986, the difference in yield obtained with fertilization rate between 40 and 90 units of nitrogen per hectare was not more than that expected by chance. It equally shows how erratic is the species response to the environment even under experimental conditions which are assumed to be relatively «uniform».

Adjusted yields under the different fertilization rates in 1986 are indicated by the equation below as well as the coefficient of determination (R^2):

$$F_1 : Y = 1413.53 + 69.12 N - 0.39 N^2 \quad R^2 = 0.94$$

$$F_2 : Y = 2495.83 + 50.88 N - 0.33 N^2 \quad R^2 = 0.98$$

$$F_3 : Y = 1824.66 + 48.26 N - 0.27 N^2 \quad R^2 = 0.92$$

Although the production was low in 1986, the adjustment gave better results compared to 1985 indicating that there were relatively small variabilities which could not be explained by the regression equations. The 1986 data equally appears to be more consistent. An optimum production of 4.5 tons DM/ha with 77 units of nitrogen/ha was obtained under moderate cutting frequency. However, under heavy and light cutting frequencies, optimum production could not be achieved. This seems to indicate a good potential for improvement under this condition.

A better result was obtained in 1987 with a sizeable increase in herbage yield of 61.6 %, 35.6 % and 44.4 % for heavy, moderate and light cutting with 60, 90 and 60 units of nitrogen per hectare respectively as compared to the maximum production of 1986 despite a decrease in rainfall of about 117 mm. This increase was only 6 %, 32.4 % and 13 % for the respective frequencies as compared to the 1985 maximum production. The soil water content could have been used more efficiently by *Brachiaria ruziziensis*. In fact, nitrogen fertilization increases moisture-use efficiency (14). This has been attributed to greater root development of the soil mass stimulated by added nitrogen (12). Lorenz and Roger (10) in the Northern Great Plains found increased root weight with nitrogen fertilization of native range. They hypothesized that increased root exploration enhanced both water-use efficiency and nitrogen recovery.

Yield adjustment under different fertilization rates in 1987 are indicated by the following equations:

$$F_1 : Y = 3306.06 + 97.98 N - 0.75 N^2 \quad R^2 = 0.73$$

$$F_2 : Y = 3789.21 + 22.55 N - 0.05 N^2 \quad R^2 = 0.52$$

$$F_3 : Y = 2385.30 + 61.99 N - 0.46 N^2 \quad R^2 = 0.48$$

These adjustments were not as good as those of the previous years, and indicates that most variation in production could not be explained by the regression equation only. Optimum production (6.55 and 4.5 tons of DM/ha obtained with 65 units of nitrogen/ha under heavy and light cutting from the frequencies) derived from those curves were quite different from the field maximum production (fig. 2). These variations reflect the difference that normally exists between the actual experimental observations and predicted results derived rather from experimental data.

Fertilized plots maintained green cover up to the end of November about four weeks after the last rains. Although this has been little documented, desert grassland in Arizona was observed to remain green one week longer when fertilized (7) while fertilized *Stipa virudula* matures four weeks later than when unfertilized (30).

Brachiaria ruziziensis productivity is affected by harvesting. Depending on time and frequency of herbage removal, *Brachiaria ruziziensis* growth may be reduced or enhanced within a given growing season of subsequent seasons. The primary concern of range managers is the amount of the remaining photosynthetic material for growth within the growing season and for replenishment of the reserve system following initial growth or harvesting. Grazing or cutting of *Brachiaria ruziziensis* removes leaf area necessary for energy production. Frequency and amount removed will determine the effect on plant productivity. Three cutting frequencies leading to more or less harvests per season were used in this study to simulate grazing at a single stubble height, 15 cm above the soil level. Given the structure of the plant this cutting height was judged to be relatively moderate and would not seriously affect *Brachiaria ruziziensis*. This has been confirmed by Pamo (18) on rangeland.

During the study period, a cutting frequency of thirty days significantly ($P < 0.05$) out yielded that for forty-five and sixty-five days in 1985 and 1987 (Table 1).

In 1986, the forty-five days cutting frequencies provided the best results ; however, there were no significant differences ($P > 0.05$) in herbage yield between the thirty and forty-five days cutting frequencies. The plots that were clipped monthly yielded 31.8 % and 45.6 % more than those clipped every six weeks in 1985 and 1987 respectively. The data that were basically in agreement with data of previous researchers (3, 5, 13, 19, 26) which indicate that some clipping during the growing season can increase herbage yield although clipping too frequently can decrease herbage yield. Monthly clipping appeared to be the optimum frequency since in the study by Undersander and Naylor (26) plots clipped weekly or biweekly gave a lower yield compared to those clipped monthly. *Brachiaria ruziziensis* plots clipped bi-monthly consistently gave a low result : 31.8 %, 45.6 % less compared to the plots clipped monthly. This is in agreement with a previous study by Hunt (8) which indicate that infrequent cutting and high leaf area index's can increase tissue death decay within a sward, often without any accompanying new growth. This occurred in the alfalfa grass swards of Davies et al (2) where two cuts per season yielded less than the three cuts per season and also in the experiment by Reid (21, 22) who found that defoliation frequency did not affect the production of perennial rye grass-white clover or cocksfoot-white clover which was allowed to regrow to 20 cm high and defoliated to 6 cm high.

Conclusion

This study shows that nitrogen fertilization in the presence of phosphorus and potassium influences the productivity of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD on ferrallitic soil in the Adamawa plateau. On average a greater yield (5.66 tons DM/ha) was obtained with a fertilization rate of 90 units nitrogen per hectare in 1985.

This indicates an increase of 132.80 % as compared to the yield of the control. There were however no significant differences between yield with fertilization rate between 70 and 90 units of nitrogen per hectare and the optimum production could not be derived from the equation of the adjusted means ($Y = 2446.69 + 28.37 N - 0.10 N^2$, $R^2 = 0.93$).

It seems therefore that there was still potential for increasing forage production under these conditions. In 1986, 80 units of nitrogen per hectare yielded on average a maximum production of 4.45 tons DM/ha and the adjusted means, $Y = 1911.34 + 56.09 N - 0.33 N^2$ ($R^2 = 0.99$) gave an optimum production of 4.3 tons DM/ha with a fertilization rate of 85 units of nitrogen per hectare.

In 1987, 60 units of nitrogen per hectare produced 6.22 tons DM/ha while mean yield adjustment provided by the following equation $Y = 3180.49 + 60.41 N - 0.42 N^2$ ($R^2 = 0.76$) gave an optimum production of 5.4 tons DM/ha with a fertilization rate of 73 units of nitrogen per hectare. These variable results indicate that there is still potential for improvement under these experimental conditions. Forage produced could be grazed on site, cut and carted away for stall feeding or cut and preserved as hay for subsequent feeding during times of grass shortage. In case of field grazing, cattle could have the opportunity to select the more palatable portion of the species offered. It seems therefore advantageous in this case to graze at intervals yielding a maximum forage production of good quality and sustained maintenance of the pasture.

Among the various range operator controlled factors, grazing frequency simulated in this study by cutting frequency seems to be one of the most important which could allow animals to have access to good and nutritious forage. Thirty days cutting frequency in this study outyielded the other two cutting frequencies and since it equally provides a relatively young forage, it could better meet the requirements of grazing livestock in terms of energy and protein content. This implies that rotational grazing schemes with a thirty day rest period would result in higher herbage production and likely, higher return in terms of red meat production.

Literature

1. Conrad J.H., McDowell L.R. & Loosli J.R., 1981. Mineral deficiencies, toxicities for grazing ruminants in tropics. In : International Symposium - Animal production in Tropics, p. 1-31, Univ. of Gezira, Wad Medani, Sudan.
2. Davies W.E., Davies R.O. & Harvard A., 1960. The yields and composition of lucerne grass and clover under different systems of management. III. The effect of nitrogen and frequency of cutting. J. Br. Grassl. Soc. 15:106-15.
3. Drawe D.L., Grumbles J.B. & Hooper J.F., 1972. Clipping effects on seeded foothill range in Utah. J. Range Manage. 25:426-429.
4. Dumas R. & Lhoste P., 1969. La production de viande en Adamaoua Camerounais. In : Colloque sur l'élevage : Fort-Lamy. Tchad n° 35 Sec. 8.2:799-805.
5. Eck H.V., Mecully W.G. & Stubbendieck J., 1975. Response of short-grass plains vegetation to clipping, precipitation and soil water. J. Range Manage. 28:194-179.
6. Gay C.W. & Dwyer D.D., 1965. Effects of one year's nitrogen fertilization, on native vegetation under clipping and burning. J. Range Manage. 18:273-276.
7. Holt G.A. & Wilson D.G., 1961. The effect of commercial fertilizers on forage production and utilization on desert grassland site. J. Range Manage. 14:252-256.
8. Hunt L.A., 1965. Some implications of death and decay in pasture production. J. Br. Grass Soc. 20:27-31.
9. Lhoste P., 1967. Comportement saisonnier du bétail zébu en Adamaoua Camerounais. I. Etude des femelles adultes : Comparaison de la race locale aux métis demi-sang Brahma. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 20:329-342.
10. Lorenz R.J. & Rogler G.A., 1966. Root growth of Northern Plains grasses under various fertilizer and management practices. Proc. Amer. Forage and Grassland Council, p. 1-11.
11. Mader E.L., 1956. The influence of certain fertilizer treatments on native vegetation of Kanas prairie. Ph. D. Dissertation. University of Nebraska. 166 p.
12. McKell C.M., Jones M.B. & Perrier E.R., 1962. Root production and accumulation of root material on fertilizer range. Agron. J. 59:459-461.
13. Mutz I.L. & Drawe D.L., 1983. Clipping frequency and fertilization influence herbage yields and crude protein content 4 grasses in South-Texas. J. Range Manage. 36:582-585.
14. Owensby C.E., Hyde R.M. & Anderson K.L., 1969. Effects of clipping and supplement nitrogen and water on loamy upland bluestem range. J. Range Manage. 23:341-346.
15. Owensby C.A. & Smith J.L., 1975. Nitrogen fertilization on bluestem range. KAES Rept of prog. 244:5-12.
16. Pamo T.E. & Yonkey S., 1986. Etude de l'évolution de quelques paramètres climatiques de l'environnement pastoral de Wakwa, Adamaoua, Cameroun. Rev. Sc. et Techn. Ser. Sc. Zootech. 2(3):19-35.
17. Pamo T.E., 1991. Réponse du *Brachiaria ruziziensis* à la fertilization azotée et à différents rythmes d'exploitation en Adamaoua, Cameroun. Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 4(3):373-380.
18. Pamo T.E., 1989. Rangeland response to low levels of nitrogen fertilization and cutting intensities on the Admawa plateau - Cameroon. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 42(4):591-598.
19. Pitman W.D. & Holt E.C., 1963. Herbage production and quality of grasses with livestock and wildlife value in Texas. J. Range Manage. 36:52-54.
20. Ranzi F., Long R.L. & Painter L.T., 1968. Effects of nitrogen fertilization on native grassland. J. Range Manage. 21:287-291.
21. Reid D., 1966. Studies on the cutting management of grassclover swards. IV. The effects of close and lax cutting on yield of herbage from swards cut at different frequencies. J. Agric., Camb. 66:101-106.
22. Reid D., 1968. Studies on the cutting managements of grassclover swards. VI. The effects of different closenes and frequency of cutting treatments on yield and quality of herbage from a cocksfoot-white clover sward. J. Agric. Sci. Camb., 70:330-336.
23. Rhodes F.B., 1956. The effect of feeding mineral protein and carbohydrate supplement to growing cattle in Mashonaland. Rhod. Agric. J. 53:969.
24. Stell R.G. & Torrie J.H., 1980. Principales and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co. Inc., New-York, 633 p.
25. Stoddart L.A., Smith A.D. & Bos T.W., 1975. Range Management. McGraw-Hill Book Co. Inc. New-York, 532 p.
26. Undersander D.J. & Naylor C.H., 1987. Influence of clipping frequency on herbage yield and nutrient content of Tall Wheatgrass. J. Range Manage. 40:31-35.
27. Van Niekerk B.D.H., 1975. Supplementation of grazing cattle. Potential to increase beef production in Tropical America. CIAT CE N° 10, p. 83-87.
28. Van Niekerk B.D.H., 1978. Limiting nutrients : Their identification and supplementation in grazing ruminants. In: J.H. Conrad and L.R. McDowell (ed.) Proc. Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants. p. 194-200. Univ. of Florida, Gainesville, Florida.
29. Walker C.A., 1957. Studies of cattle of northern Rhodesia. I. The growth of steers under normal veld grazing and supplemented with salt and protein. J. Agric. Sci. 49:394.
30. White L.M., Cooper C.S. & Brown J.H., 1972. Nitrogen fertilization and clipping effect on green needle grass (*Stipa viridula* TRIN). I. Development, growth, yield and quality. Agron. J. 64:328-331.
31. Yonkeu Rippstein S.G., & Pamo E.T., 1986. Effet des doses croissantes de phosphore sur la production fourragère du *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN et EVRAD sur sol basaltique récent en Adamaoua. Rev. Sc. et Tech. Ser. Sc. Zootech. 2(4):39-49.

E. Tedonkeng Pamo, Camerounian, Ph. D. Economics, Ph.D. Range Sciences, Senior lecturer at University Centre of Dschang, P.O. Box 222, Dschang, Cameroon.
 R.D. Pleper, American, Ph.D. Range Sciences, Professor Range Sciences and Range Ecology, New Mexico State University, Animal and Range Science Dept. 3-1
 Box 30003, Las Cruces, N.M. 88 003-0003. United States of America.

Variation géographique de *Commelina benghalensis* L. au Bénin

A. Ahanchédé* & J. Gasquez**

Keywords : *Commelina benghalensis* — Weed - Morphological difference — Benin.

Résumé

Commelina benghalensis L. est une des adventices les plus répandues au Bénin. Elle est plus abondante au nord qu'au sud. A cette différence, s'ajoute une variation géographique de cette espèce basée sur des caractères morphologiques et qui répond aux contrastes écologiques entre le nord et le sud. En effet, des plantes représentatives des populations du nord et du sud ont été cultivées en conditions contrôlées et onze caractères morphologiques ont été mesurés. Les comparaisons de moyennes ont permis d'identifier au moins six caractères qui différencient les plantes du nord de celles du sud. L'analyse en composantes principales réalisées sur l'ensemble des paramètres étudiés confirme l'hypothèse de la différenciation.

Summary

Commelina benghalensis L. is one of the major weeds of Benin, it is more abundant in the north than in the south. There is also variation of this weed for morphological characters which is related to the ecological contrast between the north and the south. In this study, we compared with eleven morphological characters the north and the south plants cultivated in a green house. Six out of those eleven characters differentiate the north plants from the south plants when we use the statistical means of comparison. Principal components analysis confirms this differentiation.

1. Introduction

Commelina benghalensis L. est l'une des mauvaises herbes les plus répandues au Bénin. Elle est présente sur tout le territoire malgré les contrastes écologiques entre le nord et le sud. Mais elle est prépondérante au nord avec une fréquence moyenne de 70 % et une abondance de 14 plantes au m²; sa fréquence d'apparition au sud ne dépasse guère 30 % et l'abondance avoisine au maximum 5 plantes au m² (2). En terme de fréquence et d'abondance, *Commelina benghalensis* L. est la première espèce d'importance agronomique au nord.

En plus de cette différence liée aux données de fréquence et d'abondance, il existe une variation géographique de cette espèce basée sur des caractères génétiques et morphologiques. Dans une étude du polymorphisme enzymatique (2, 3), nous avons montré que les plantes du nord sont marquées par des allèles différents de ceux marquant les plantes du sud, en utilisant les isozymes que sont la superoxyde dismutase et les estérases.

Le présent travail s'inscrit dans un cadre global de recherche sur le fonctionnement biologique des espèces adventices majeures de l'agriculture béninoise. Il a pour objectif d'identifier des caractères morpho-physiologiques stables qui déterminent la variation géographique nord-sud de *C. benghalensis*.

2. Brève description du milieu physique béninois

Le Bénin est un pays de l'Afrique de l'Ouest situé entre 6°20' et 12°10' de latitude Nord et entre 1° et 3°50' de longitude Est. Sa forme allongée nord-sud lui confère des qualités variées du milieu physique (climats, sols, reliefs).

La frange côtière du sud est une plaine sableuse; au-delà c'est un ensemble de plateaux de terre de barre coupé par des dépressions qui s'étend sur environ 150 km. Cette région connaît un climat subéquatorial à 2 saisons pluvieuses alternant avec 2 saisons sèches d'inégale durée. Les moyennes pluviométriques annuelles dépassent 1200 mm, sauf dans la partie sud-ouest avec 900 mm. Les sols agricoles sont de type faiblement ferrallitique. Leur pH voisin de la neutralité en surface, diminue en profondeur où il se stabilise entre 5 et 5.5 (6). Les taux de sable, d'argile et de limon sont respectivement de 60 à 80 %, de 15 à 20 % et de 0 à 7 % (4).

Cet espace anciennement dominé par des forêts, est aujourd'hui remplacé par la palmeraie, le caféier, le cacaoyer, le manioc et le maïs, d'où le terme de végétation dégradée utilisé par Adam et Boko (1).

Le nord, entre les latitudes 8° et 12°, est surtout caractérisé par des plateaux à sols ferrugineux tropicaux sur formations meubles, un climat soudanien avec 2 saisons

*Département de Production Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques, BP 526, Cotonou, Bénin.

**Laboratoire de Malherbologie, Institut National de la Recherche Agronomique, BV 1540, 21034 Dijon, France.

Ces travaux ont été menés en partie au Bénin et en partie au laboratoire de malherbologie en France, sous financement des gouvernements béninois et français.

Reçu le 07.06.94 et accepté pour publication le 29.09.94.

dans l'année (1 sèche et 1 pluvieuse), une moyenne pluviométrique de 1100 mm. Le pH des sols est généralement supérieur à 6 dans les 40 premiers centimètres. Les taux de sable sont compris entre 40 et 65 %, les taux d'argile et de limon sont sensiblement identiques entre 17 et 30 %. A cet ensemble écologique correspondent une agriculture de vivriers: manioc, maïs, igname, sorgho, et une agriculture de rente dominée par le coton.

3. Matériel et méthodes

Les graines de diverses plantes récoltées dans différentes localités du sud et du nord Bénin ont été semées en serre à Dijon (France) dans des pots en argile de volume moyen égal à 942 cm³ (5² x 3,14 x 12). Nous avons sélectionné 28 plantes du nord et 28 plantes du sud pour un suivi des paramètres ci-après:

Hauteur en cm des plants 60 jours après semis (HAU)

Nombre de feuilles étalées 60 j.a.s. (NBF)

Date de début de floraison en nombre de jours après semis (DFL)

Date d'initiation du premier rameau en nombre de jours après semis (DIR)

Nombre de rameaux primaires et secondaires 68 jours après semis (RPS)

Surface foliaire en cm² 60 j.a.s. (SFO)

Nombre de spathes aériennes 96 j.a.s. (SPA)

Nombre de spathes souterraines 96 j.a.s. (SPS)

Poids frais en g de la biomasse aérienne (PFA)

Poids sec en g de la biomasse aérienne (PSA)

Poids sec en g de la biomasse souterraine (PSS)

La serre reste éclairée pendant 16 heures dans une journée, à une intensité de 6000 lux. Les données de température sont 15°C la nuit et 22°C le jour. Une fois par semaine les plantes sont arrosées avec une solution nutritive composée de (en meq/l):

$K^+NO_3^-$: 6,18

$Ca^{2+}(NO_3)_2$: 3,11

$Mg^{2+}SO_4^{2-}$: 1,19

$(NH_4^+)_2HPO_4^{2-}$: 2,20

$H_3O^+NO_3^-$: 3,00

La mesure de la surface foliaire est faite à l'aide d'un dispositif dénommé DELTA-T AREA METER comprenant: un plateau de verre illuminé sur lequel la feuille bien déroulée est déposée, une caméra placée au-dessus capte l'image de la feuille et l'envoie à la mémoire centrale qui procède au calcul, l'image est ensuite projetée sur l'écran et à côté on peut lire la surface. La mesure est faite sur les feuilles de rang identique chez toutes les plantes.

La date de floraison est marquée sur une plante par l'apparition de la première fleur.

Pour la mesure du poids frais, la partie végétative aérienne est coupée à ras de terre et la pesée est faite immédiatement. Après cela, elle est introduite dans une grande enveloppe et passée à l'étuve à 90°C pendant 72 heures, puis le poids sec est mesuré.

Mesure du poids sec de la biomasse souterraine: après élimination de la partie végétative aérienne, le contenu de chaque pot est renversé dans un seau d'eau pour une séparation de la motte de terre et de la biomasse souterraine. Les spathes sont comptées, l'ensemble (racines, stolons et spathes souterraines) est ensuite introduit dans l'enveloppe et passé à l'étuve à 90°C pendant 72 heures. Puis intervient le pesage.

Les variables ont été étudiées statistiquement par la méthode de comparaison de moyennes de 2 échantillons indépendants utilisant le test de Student d'une part, et d'autre part par l'analyse en composantes principales (ACP) avec le logiciel STATITCF.

4. Résultats et discussion

Les résultats d'analyse sont consignés dans le tableau 1.

Tableau 1
Moyennes et valeurs du test t pour différents caractères chez les types nord et sud de *C. benghalensis*

Paramètres	Types		t	Significations
	nord	sud		
HAU (cm)	11.80	07.94	4.72	**
DIR (jours)	56.35	58.53	1.92	ns
DFL (jours)	81.64	78.12	1.65	ns
SFO (cm ²)	23.28	15.27	5.53	**
NBF	08.32	08.10	0.90	ns
RPS	04.96	04.17	1.36	ns
SPA	06.00	09.60	2.10	*
SPS	08.75	11.53	2.50	*
PFA (g)	46.49	33.82	3.04	**
PSA (g)	03.64	02.54	3.16	**
PSS (g)	00.67	00.68	0.11	ns

** significatif à 1 %

* significatif à 5 %

ns: non significatif

Les paramètres de croissance:

HAU: la valeur de t calculé (4,72) est supérieure à la valeur théorique lue sur la table pour ddl=54 au risque alfa = 0,01. La hauteur des plants du type nord diffère de façon hautement significative de celle des plants du type sud.

DIR: $t_c (1,92) < t_{0,05} (2,006)$, les dates d'initiation des rameaux des 2 types ne diffèrent pas significativement entre elles.

DFL: Dans les conditions de serre, les plantes du nord débutent leur floraison à 81 jours après semis, tandis que celles du sud fleurissent à partir du 78^e jour. Mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

SFO: la surface foliaire moyenne des plantes du nord égale à 23,28 cm² diffère de celle des plantes du sud égale à 15,27 cm². Le risque d'erreur d'une telle affirmation est inférieur à 1 %.

Les paramètres de développement:

Deux paramètres de développement, nombre de feuilles et nombre de rameaux primaires et secondaires/plante (**NBF** et **RPS**) ne permettent pas de différencier les 2 types. En revanche, ceux ayant rapport au nombre de spathes aériennes et souterraines (**SPA** et **SPS**), donc

indicateurs de la production de semences, montrent que les types du sud sont plus performants que les types du nord.

Les paramètres, poids frais et sec des biomasses aérienne et souterraine de chaque plante (**PFA**, **PSA** et **PSS**) sont la résultante à la fois des processus de développement et de croissance. Les données du test de Student indiquent que le couvert végétatif aérien du type nord diffère en poids de celui du type sud. Aucune différence significative n'est observée pour la variable PSS.

Nous avons vu que les nombres de feuilles élaborées par les types nord, après 2 mois, ne sont pas différents de ceux des types sud, alors que les différences au niveau du paramètre hauteur sont significatives. Il apparaît ainsi que les types nord croissent plus vite en hauteur que les types sud. Cependant, leur floraison a lieu presque à la même période.

Les plantes du sud, dans les conditions de serre et à la période où les mesures sont faites, sont plus petites avec des feuilles plus petites; elles produisent plus de spathes (souterraines et aériennes) que celles du nord. Dans la nature, c'est par contre l'inverse qui se produit. Ce résultat appuie l'hypothèse que les sols ferrallitiques argileux du sud, empêchent la pénétration des stolons florifères et limitent ainsi la production de graines souterraines.

L'inverse de ce qui est observé dans la nature est aussi constaté avec les résultats sur la biomasse aérienne. En effet, les plantes du sud, bénéficiant d'un régime d'humidité plus long, ont un couvert végétatif plus dense que celui des plantes évoluant dans le climat sec du nord-Bénin, alors qu'en serre, les plantes du nord sont apparues plus denses.

En résumé, 6 variables sur les 11 étudiées, montrent que les plantes du nord présentent des caractères différents de ceux des plantes du sud. Il s'agit notamment des

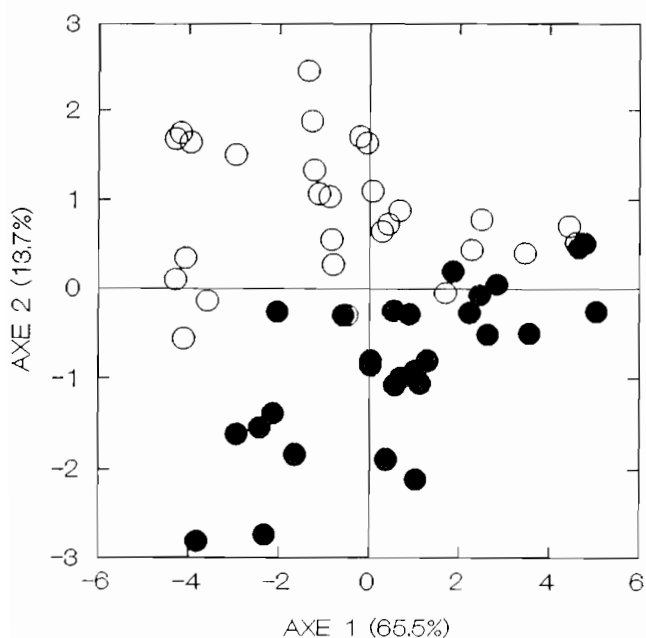


Figure 1: Plan 1-2 de l'analyse en composantes principales sur les types nord (o) et sud (•) de *C. benghalensis*

variables de croissance, de production de semences et de production de biomasse. Les plantes du sud investissent plus dans la reproduction aux dépens de la formation de la biomasse végétative.

L'ACP (figure 1) faite en utilisant la matrice des corrélations laisse entrevoir clairement les individus représentant le type nord (ronds blancs) au-dessus de l'axe horizontal, alors que ceux représentant le type sud (ronds noirs) sont situés au-dessous du même axe. La variation totale expliquée par le plan 1-2 est de 79,2 % (axe 1: 65,5 %, axe 2: 13,7 %, axe 3: 5,6 %). Mais la première composante manifeste pour l'ensemble des variables une corrélation moyenne significative (tableau 2). Elle est liée positivement à la production de biomasse caractérisée par un nombre important de feuilles, aux poids élevés de la végétation aérienne et souterraine et par une rapide croissance en hauteur des plantes. Les individus représentant le type nord sont pour la plupart de coordonnées positives sur cet axe et ceux représentant le type sud sont de coordonnées négatives. Cette analyse en intégrant toutes les variables à la fois, confirme ainsi l'hypothèse d'une différenciation entre les plantes du nord et celles du sud. Cette variation résulte certainement de l'expression de facteurs environnementaux. Les caractéristiques du sol et du climat des régions sud (6-8°N) et nord (9-12°N) sont assez contrastées pour entraîner au niveau des espèces végétales des variations phénotypiques. Mais c'est généralement en terme de qualité de végétation que cette influence du milieu est évoquée. Par exemple, *Panicum maximum* et *Chromolaena odorata* sont exclusivement rencontrées dans la zone sud à climat subéquatorial tandis que *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* est très liée au climat soudanien du nord.

Tableau 2
Corrélations entre les variables et les axes principaux

Variables	Composantes principales		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
HAU	0.9044	0.2842	-0.0702
NBF	0.8057	-0.0393	-0.4729
DIR	-0.8893	0.0220	0.2098
RPS	0.9148	-0.1230	-0.1350
SFO	0.7157	0.5479	0.3125
SPA	0.5689	-0.6703	0.0004
SPS	0.5656	-0.6268	0.2719
PFA	0.9417	0.1949	0.1096
PSA	0.9326	0.2295	0.0680
PSS	0.7347	-0.2003	0.2863

Dans le cas de cette adventice, il faut déjà préciser que les confusions taxonomiques sont assez limitées. Dans sa revue bibliographique, Wilson (7) lui associe *C. prostrata* REGEL comme seul synonymie alors que sept synonymes sont associés à *C. erecta* et quatre synonymes à *C. diffusa*. On peut ainsi exclure l'hypothèse d'observation de deux ou plusieurs espèces différentes du genre *Commelina*. Cependant à l'intérieur de l'espèce *C. benghalensis*, Morton (5) a mis en évidence une forte variation morphologique et génétique. Il a ainsi montré que les plantes récoltées dans les zones savanicoles en Afrique de l'Ouest présentent des feuilles moins larges (5 x 2,75 cm)

et sont diploïdes ($2n = 2x = 22$); celles récoltées dans les régions forestières très humides moins perturbées par l'homme présentent des feuilles larges à marges bordées de poils rouges et sont tétraploïdes ($2n = 4x = 44$). Dans cette étude, nous avons travaillé sur des plantes diploïdes; nous avons par ailleurs montré qu'il n'existe pas de corrélation entre la variation morphologique et la variation enzymatique (2).

Quant aux différences constatées entre les mesures en serre et les observations dans la nature, elles pourraient toujours s'expliquer au moyen des éléments environnementaux. En serre, nous avons travaillé dans des conditions de température variant entre 15°C la nuit et 22°C le jour, la durée du jour est de 16 h. Au sud-Bénin, la tem-

pérature journalière oscille entre 20° et 34°C et la durée du jour est de 13 h. Dans le nord-Bénin, l'intervalle de température journalière est de 16°-40°C pour une photopériode quasi identique qu'en région sud. Il se pourrait donc que les conditions de serre contrôlée aient favorisé les plantes d'origine nord pour la croissance et la production de biomasse.

Il faut dire pour terminer que les recherches sur le fonctionnement biologique de cette espèce restent encore à affiner. Elles permettront de mieux établir les liens qui existent entre l'origine géographique et la variation morphologique. Dans cette optique, des transplantations réciproques nord-sud et des croisements entre plantes du nord sont à envisager.

Références bibliographiques

1. Adam K.S. & Boko M., 1983. Le Bénin, EDICEF, Paris, 98 p.
2. Ahanchédé A., 1994. Etudes biologiques et variabilité génétique chez une adventice importante au Bénin: *Commelina benghalensis* L. Thèse Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 183 p.
3. Ahanchédé & Gasquez J., 1992. Variabilité enzymatique de *Commelina benghalensis* L. au Bénin. IXème Colloque International sur la biologie des mauvaises herbes; Dijon, 16 au 18 septembre: 427-436.
4. Boko M., 1988. Climats et Communautés rurales du Bénin: rythmes climatiques et rythmes de développement; Vol. 1 Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Bourgogne, 282 p.
5. Morton J.K., 1967. The Commelinaceae of West Africa: a biosystematic survey. J. Linn. Soc. London Bot., **60**: p. 382.
6. Willaime P. & Voolkoff B., 1965. Carte des sols du Dahomey au 1/1000000. Projet Agro-Pédologie (PNUD-FAO).
7. Wilson A.K., 1981. Commelinaceae: a review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. Tropical Pest Management, **27** (3): 405-418.

A. Ahanchédé, Béninois, Docteur en Sciences Agronomiques de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, actuellement assistant à la Faculté des Sc. Agronomiques de Cotonou au Bénin.

J. Gasquez, Français, Directeur de Recherche au Laboratoire de Malherbologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Dijon.

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 presentadas y la forma utilizada son de la única responsabilidad de los autores concernidos

Gastrointestinal Strongyle Egg Output and its Relationship with Tick Burden in Gambian N'dama and Gobra Zebu Cattle

R.C. Mattioli*, J. Zinsstag*, D.J. Clifford*, M. Cassama* & S. Kora*

Keywords: Strongyles — Gambian N'dama — Gobra Zebu — Resistance

Summary

Fortnightly quantitative analysis of rectal faecal samples for the presence of strongyle eggs were carried out from May 1992 to April 1993 on 11 Gambian N'dama *Bos taurus* and 11 Gobra zebu *Bos indicus* cattle. Significantly ($P < 0.001$) lower strongyle egg outputs were found in N'dama in comparison with zebu cattle. No correlation was found between individual cumulative tick burden and strongyle egg output in either breed, although individual variations in parasite burdens were lower in N'dama than in zebu cattle. This study strengthens the evidence for the presence of a natural resistant trait to strongyle infection in N'dama cattle.

Résumé

Une analyse quantitative d'échantillons de selles, collectés per rectum, portant sur la présence d'oeufs de strongles a été effectuée tous les 15 jours de mai 1992 à avril 1993 sur 11 bovins gambiens N'dama *Bos taurus* et 11 zébus Gobra *Bos indicus*. Les N'damas ont présenté une excrétion d'oeufs de strongles significativement ($P < 0.001$) inférieure à celle des zébus Gobra. Une leucocytémie significativement ($P < 0.01$) plus élevée a été mise en évidence chez les N'damas par rapport aux zébus, uniquement pendant la période d'excrétion d'oeufs de strongles. Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre la quantité individuelle de tiques et l'excrétion d'oeufs de strongles chez les bovins des deux races, bien que les N'damas aient montré des variations individuelles inférieures à celles des zébus. Les résultats de cette étude renforcent l'évidence de la présence d'une résistance naturelle aux strongyloses gastro-intestinaux chez le bétail N'dama.

Introduction

Gastrointestinal parasites represent one of the major risks to animal health in tropical Africa (3). In particular, gastrointestinal nematodes affect the general health of animals (9) with important repercussions on livestock production (8).

In developed countries nematode control is based on the frequent use of anthelmintics. In developing countries grazing area management, associated with strategic administration of drugs, has been proposed as successful alternative method (16).

In Africa, control measures set up on the use of anthelmintics are unlikely to be widely adopted because they are not sustainable by the rural communities. In addition, in regions where pasture is scarce and food shortage occurs as the long dry season progresses (as reported in The Gambia (1)), pasture rotation is of little relevance. In this situation breeding of animals more resistant to local pathogens could be advantageous to regional farmers in reducing the costs of management.

In The Gambia, *Haemonchus contortus*, *Cooperia* spp., *Oesophagostomum radiatum* and *Bunostomum phlebotomum* have been reported as the most frequent nema-

todes of the gastrointestinal tract in cattle (10), in particular each of the first three species infects approximately 70 % of cattle. These infections generally debilitate the animals (10,11). Tick infestation is also a factor affecting cattle production in Africa (17). Recent studies carried out in The Gambia have found lower strongyle egg output (2,12) and lower burdens of *Amblyomma variegatum* and *Hyalomma* spp. (13,14) in local Gambian N'dama *Bos taurus* in comparison with Gobra zebu *Bos indicus* cattle.

The aim of the present study was to validate previous observations on strongyle egg output in N'dama and Gobra zebu cattle as repeatability of results in different cattle populations is of critical importance to support the presence of a natural resistance trait in a breed (15). In addition, relationship between strongyle egg output and tick infestation burden was also considered in the present paper as the presence of helminths in the gastrointestinal tract can interfere with host susceptibility to other parasites (11).

Material and methods

Data were collected from May 1992 (5 May was labelled as Week 0) to April 1993 (20 April labelled as Week 50).

*International Trypanotolerance Centre, PMB 14, Banjul, The Gambia.

Received on 17.06.94 and accepted for publication on 14.10.94.

Eleven Gambian N'dama and 11 Gobra zebu cattle were used. Age of the animals (11 to 16 months at the start of the experiment) and sexes were balanced in the two breeds. All the cattle were born and reared at the International Trypanotolerance Centre (ITC) and kept under the same management conditions on station from birth till the end of the experiment. This experiment was carried out at the same time and on the same cattle as reported earlier (14).

The climate of the study area is sub-sahelian with one annual rainfall. The rainy season for the study period lasted from Week 4 to Week 22, i.e. June-October 1992, with a peak of precipitations in August (ITC meteorologic station, unpublished data). The vegetation is degraded, deciduous savannah woodland. During the early dry season the animals had extended access to crop residues (millet, sorghum, cereal stovers); in the late dry season and in the rainy season they grazed natural pasture composed mainly of *Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia* spp., *Digitaria* spp., *Pennisetum* spp. and *Imperata cylindrica*. Grazing time was 6-9 h day⁻¹ according to the time of year. At night they were tethered individually in a fenced pen. Faecal deposits were removed daily from the ground of the overnight holding pen.

At Week -1 the animals were treated with a acaricide (gamma benzene hexachloride 20 % w/v at a dilution of 1:800). Acaricidal treatment was repeated at Week 11. A description of tick collection methodology is reported elsewhere (14). An anthelmintic treatment with fenbendazole (7.5 mg/kg) was given orally at Week 7.

Rectal faecal samples were collected fortnightly from Week 0. Faecal samples were analyzed quantitatively for the presence of strongyle eggs by the McMaster technique (4). Faecal strongyle egg count was expressed as egg per gram of faeces (epg). Field data collection was carried out between 8.00 and 10.00 h. Investigations carried out in the study area showed that *A. variegatum* represents 70-85 % of the total species of ticks infesting cattle, followed by *Hyalomma* spp.; *Boophilus* spp. and *Rhipicephalus* spp. occur, however, in low numbers (13,14).

Data editing and statistical analysis

Results on tick species burdens in the two breeds have been presented and discussed in another paper (14). In the present article individual cumulative tick counts, all species together per breed, are reported and considered solely as a possible interactive factor influencing the level of faecal strongyle egg output.

Nonparametric Kruskal-Wallis one-way analysis of variance was used to compare differences between breeds in strongyle egg output as data tested for normal hypothesis showed an asymmetrical distribution. Individual cumulative strongyle epg and tick count data were used in a linear regression model to test relationship between parasite burdens. $P < 0.05$ was considered as statistically significant.

Results

At the start of the experiment all the animals were visually free of ticks and found to be free of gastrointestinal strongyles, as assessed by the absence of eggs in examined faecal samples. The anthelmintic treatments were successful in maintaining all the cattle free of strongyles till Week 12.

The peak of strongyle egg excretion in faeces was observed in the late rainy season (September-October) in both breeds. The fortnightly means of faecal strongyle eggs were more stable and always lower in N'dama than in zebu cattle, except on Week 42 (Fig. 1). The overall mean of strongyle egg output was significantly ($P < 0.001$) higher in zebu ($n=209$) in comparison with N'dama ($n=209$) cattle, being 546.1 (range 0-5600) and 105.7 (range 0-1800) respectively.

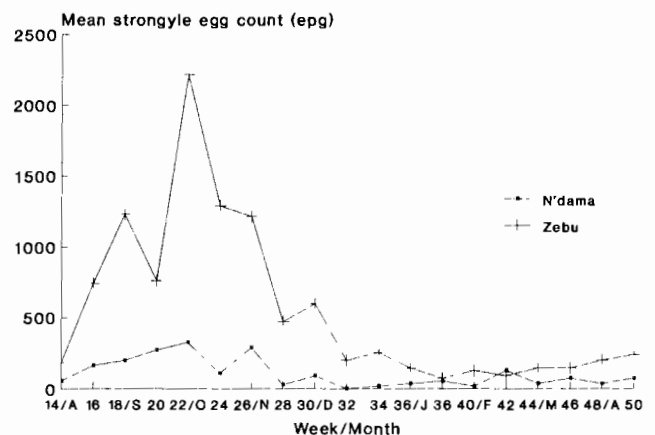


Figure 1: Mean strongyle egg count (epg) in N'dama and zebu cattle throughout the study.

Individual cumulative counts of faecal strongyle eggs and tick burdens, all species together, are shown in Fig. 2. No relationship was found between the two variables, although a positive trend was present in both breeds.

Discussion

The dynamics and level of gastrointestinal nematode egg outputs observed in our study are in accordance with results obtained by other authors in different ecoclimatic zones in The Gambia (2,10).

The animals used in the present study were herded together resulting in an equal risk of exposure to infective strongyle larvae. Thus, the significantly lower strongyle egg output found in N'dama in comparison with zebu cattle could be due to a more effective response to strongyle infection in the former. Nematode egg production is depressed in resistant sheep (5,6). Higher gastroenteric worm burdens were observed in necropsied zebu cattle having higher faecal strongyle egg counts while epg counts were lower in less infected N'dama (2).

A study carried out in Australia showed that Brahman zebu *Bos indicus* cattle have higher resistance to both ticks and worms than European *Bos taurus* cattle but within breeds the resistance was negatively correlated (7).

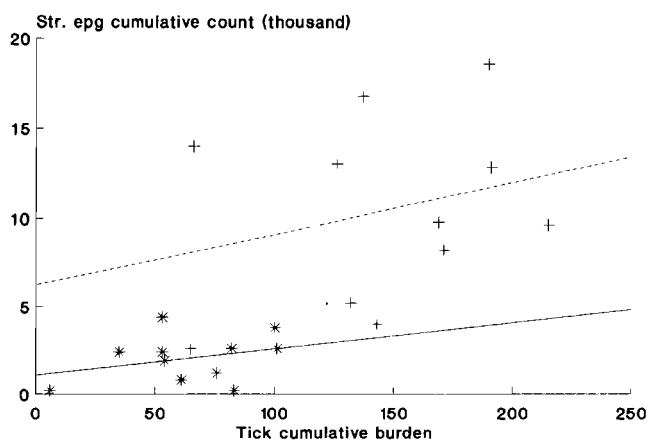


Figure 2: Relationship between cumulative tick burden and strongyle egg counts (egg) in N'dama (* observed value; — regression line) and zebu cattle (+ observed value; ... regression line).

In contrast, previous studies reported lower tick burden and strongyle egg output in Gambian N'dama in comparison with Gobra zebu cattle (2,12,13). In the same animals, lower number of *A. variegatum* and *Hyalomma* spp. were found on N'dama than on zebu cattle (14), although the present analysis did not show a correlation between indi-

vidual tick burden and strongyle egg output in either breed. It is of interest to note, however, that in this respect the scatter plot (Fig. 2) suggests the presence of a concurrent individual resistance to both ticks and gastrointestinal strongyles in the N'dama population. The absence of a statistically significant relationship could probably be due to the small sample size. Wider individual variations in parasites burdens were present in zebu cattle.

Conclusion

This study strengthens the evidence for the presence of a resistant trait to strongyle infection in N'dama cattle.

The present study was carried out on station animals. Further investigations involving larger cattle populations at village level are necessary to substantiate the presence of dual parasitic resistance in the N'dama breed. The economic significance of the parasite resistance in N'dama cattle should also be evaluated.

Acknowledgements

We are grateful to Professors A. Verhulst and V. Pandey for their helpful comments on the manuscript.

Literature

1. Agyemang K., Dwinger R.H., Touray B.N., Jeannin P., Fofana D. & Grieve A.S., 1990. Effects of nutrition on degree of anaemia and liveweight changes in N'dama cattle infected with trypanosomes. *Livest. Prod. Sci.* **26**, 39-51.
2. Claxton J. & Leperre P., 1991. Parasite burdens and host susceptibility of Zebu and N'Dama cattle in village herds in Gambia. *Vet. Parasitol.* **40**, 292-304.
3. Cox, F.E.G., 1991. Cattle may more safely graze. *Parasitol. Today* **7**, 155.
4. Genchi C., 1976. Metodi di identificazione ed indagine microscopia, pp. 22-23 in: M. Sloss (Editor), *Parassiti in medicina veterinaria. Metodi di identificazione ed indagine microscopica*, Ed. Ermes, Milan.
5. Gill H.S., Colditz I.G. & Watson D.L., 1993. Immune responsiveness of lambs selected for resistance to haemonchosis. *Res. Vet. Sci.* **54**, 361-365.
6. Gray G.D., 1987. Genetic Resistance to Haemonchosis in Sheep. *Parasitol. Today* **3**, 253-25.
7. Gray G.D., 1991. Breeding for Resistance to Trichostrongyle Nematodes in Sheep, p. 139-161 in: J.B. Owen & R.F.E. Axford (Editors), *Breeding for Disease Resistance in Farm Animals*, C.A.B. International, Oxon, UK.
8. Gretilat S., 1981. Interactions parasitaires dans le polyparasitisme gastro-intestinal des animaux d'élevage en Afrique de l'Ouest. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **34**, 313-317.
9. Holmes P.H., 1987. Pathophysiology of parasitic infections. *Parasitology* **94**, s29-s51.
10. Kaufmann J. & Pfister K., 1990. The seasonal epidemiology of gastrointestinal nematodes in N'Dama cattle in The Gambia. *Vet. Parasitol.* **37**, 45-54.
11. Kaufmann J., Dwinger R.H., Hallebeek A., van Dijk B. & Pfister K., 1992. The interaction of *Trypanosoma congolense* and *Haemonchus contortus* infections in trypanotolerant N'Dama cattle. *Vet. Parasitol.* **43**, 157-170.
12. Mattioli R.C., Cassama M. & Kora S., 1992. A comparative study of gastrointestinal nematode egg output in N'dama, zebu and N'dama X zebu crossbred cattle. *Parassitologia* **34**, 109-113.
13. Mattioli R.C., Bah M., Faye J., Kora S. & Cassama M., 1993. A comparison of field tick infestation on N'Dama, Zebu and N'Dama X Zebu crossbred cattle. *Vet. Parasitol.* **47**, 139-148.
14. Mattioli R.C., Bah M., Kora S., Cassama M. & Clifford D.J., 1994. Susceptibility to different tick genera in Gambian N'dama and Gobra zebu cattle exposed to naturally occurring tick infestations. *Trop. Anim. Hlth Prod.* (in press).
15. Murray M., Morrison W.I. & Whitelaw D.D., 1982. Host Susceptibility to African Trypanosomiasis: Trypanotolerance. *Adv. Parasitol.* **21**, 1-68.
16. Salas M. & Sheikboudou C., 1988. Le parasitisme digestif dans les systèmes d'élevage bovin traditionnel en Guadeloupe. I. Enquête globale. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* **41**, 171-180.
17. Scholtz M.M., Spickett A.M., Lombard P.E. & Enslin C.B., 1991. The effect of tick infestation on the productivity of cows of three breeds of cattle. *Onderstepoort J. vet. Res.* **58**, 71-74.

R.C. Mattioli, Italian, Doctor in Veterinary Medicine (DVM), Coordinator of the Disease Research Programme at the International Trypanotolerance Centre (ITC), The Gambia.

J. Zinsstag, Swiss, DVM, team leader of the University of Bern Project based at ITC.

D.J. Clifford, English, DVM, Chief Animal Scientist at ITC.

M. Cassama, Gambian, Livestock Assistant at ITC.

S. Kora, Gambian, Livestock Assistant at ITC.

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTAS

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

Enquête sur l'élevage traditionnel des volailles au Cameroun

G.B. Agbédé*, A. Tégua* & Y. Manjeli*

Keywords: Traditional — Poultry production — Cameroon

Résumé

Une enquête menée dans trois zones écologiques du Cameroun a permis d'amorcer l'analyse de quelques paramètres techniques et socio-économiques de l'élevage traditionnel des poules qui fournit près de 60 % de la production nationale de viande de volaille.

Les résultats de cette étude ont révélé que l'aviculture paysanne est surtout une affaire de femmes et d'enfants (79 %). Le poulet de brousse est l'espèce dominante. La productivité de ce secteur est faible alors qu'il paye déjà un lourd tribut aux maladies et aux prédateurs. La pharmacopée traditionnelle joue un rôle important dans la protection sanitaire des oiseaux dans ce système de production et mériterait une étude plus approfondie.

Summary

A survey was conducted in three ecological zones of Cameroon to analyse some technical and socio-economic parameters of traditional chickens farming which gives about 60 % of the national poultry meat production.

From the results obtained, it appears that rural poultry farming is essentially a women and children business (79 %) and the indigenous bush chicken is the dominant species. The productivity of traditional poultry is low and high mortality is recorded as a result of diseases and predators. Traditional medicine is widely used for poultry disease control in this production system and should be more deeply studied.

Introduction

L'aviculture villageoise revêt une importance considérable dans l'économie agricole du Cameroun. Elle représentait environ 60 % de la production avicole nationale estimée à 13.000 tonnes d'équivalent viande en 1989 (12). Malgré cette importance quantitative et son rôle social indéniable dans la plupart des ménages camerounais (épargne, apport de protéines animales, cérémonies rituelles...), l'élevage traditionnel reste encore mal connu (effectifs, structure du cheptel, techniques de production, productivité...). Or, l'on sait que toute amélioration de ce secteur passe par une évaluation approfondie des paramètres ci-dessus cités.

La présente étude a pour but d'amorcer l'analyse de quelques paramètres techniques et socio-économiques du secteur avicole traditionnel au Cameroun.

Matériel et méthodes

Une enquête a été menée entre septembre et décembre 1991, dans trois grandes zones écologiques du Cameroun: la région des hauts plateaux de l'ouest caractérisée par un climat camerounais d'altitude, la région forestière de l'est avec un climat équatorial et la région des plaines et hautes terres du nord avec un climat soudano-sahélien.

A l'aide d'une fiche d'enquête confectionnée à cet effet, des informations ont été collectées auprès des éleveurs sur l'environnement socio-économique des exploitations, les effectifs, les espèces, la structure du cheptel, les techniques de production et quelques paramètres de reproduction. L'enquête a porté sur un total de 56 exploitations dont 32 dans la zone des hauts plateaux et 12 dans chacune des deux autres zones.

Résultats**Les données socio-économiques**

Dans la zone d'étude, la polygamie est très répandue (53 % des ménages) même si l'on observe une relative évolution vers la monogamie.

L'aviculture villageoise est une activité essentiellement pratiquée par les femmes et les enfants (79 %).

*Département des productions animales, Université de Dschang, B.P. 136 Dschang, Cameroun.

Reçu le 14.09.93 et accepté pour publication le 29.06.94.

La volaille est gardée par 90 % des propriétaires dans un but commercial. Une partie de la production est destinée à l'autoconsommation, les cérémonies rituelles et les dons.

Les espèces élevées

Le cheptel étudié est constitué de 68 % de poules de brousse encore appelées poules d'Afrique, 31 % de canards et 1 % de pigeons. La taille moyenne des troupeaux par exploitation est de 11,2 oiseaux à l'ouest, 13,5 et 12,7 oiseaux respectivement au nord et à l'est. La structure des exploitations étudiées comprend en moyenne 14 % de mâles, 48 % de femelles adultes et 48 % de jeunes de moins de cinq mois.

Les élevages sont en général peu diversifiés dans la mesure où 8,9 % seulement d'entre eux élèvent à la fois des poules et des canards ou des pigeons (tableau 1)

Tableau 1
Distribution des effectifs de volailles par zone écologique

Zones écologiques	Espèces rencontrées		
	Poules	Canards	Pigeons
Hauts plateaux	348 (32)	31 (3)	0
Forêt dense	163 (12)	2 (1)	0
Plaines du Nord	340 (12)*	357 (2)*	12 (2)
Total	851	390	12

() Nombre d'exploitations concernées

*Une seule exploitation possédant 200 poules et 350 canards et appartenant à un homme.

Les techniques de production

1. Le logement

Pour abriter le troupeau pendant la nuit, un poulailler rudimentaire en matériaux locaux et aux dimensions variables, est prévu dans 32 % des exploitations étudiées, alors que dans le reste des élevages, les poules dorment soit dans la case d'habitation (34 %) soit dehors (34 %). Aucune mangeoire n'est prévue mais, lorsque les oiseaux sont en captivité, un récipient de fortune sert d'abreuvoir. Cependant, tous les paysans prévoient toujours un nid pour la ponte même si la nature du matériel utilisé varie d'une exploitation à l'autre (paille, tas de copeaux de bois, feuilles sèches de bananier).

2. L'alimentation

Tableau 2
Principaux aliments utilisés dans l'alimentation des poules en élevage villageois

Aliments les plus utilisés	Nombre d'exploitations utilisant l'aliment	% des exploitations visitées
Mais, mil, sorgho	48	85,71
Macabo, manioc et bananes cuits	49*	87,49
Autres sous-produits de récolte	16	28,57
Provende	1**	1,78

*Le macabo et la banane sont exclusivement utilisés à l'ouest alors que le manioc est distribué à l'est.

**Régions de hauts plateaux de l'ouest.

Une bonne partie de l'année, les poules sont libres et se débrouillent dans la nature pour se nourrir. Toutefois, elles reçoivent de temps en temps quelques aliments sous

forme de grains de céréales charançonnés ou en bon état, déchets de cuisines ou autres sous-produits agricoles (tableau 2). Elles sont nourries à un intervalle plus régulier pendant les saisons de culture lorsqu'elles sont enrhumées.

L'aliment est en général servi par terre et l'abreuvement se fait dans les mares, les flaques d'eau ou des vieux ustensiles abandonnés dans la cour de la concession.

3. La protection sanitaire

L'élevage traditionnel de poule paye un lourd tribut aux maladies qui déciment parfois tout le troupeau dans certaines exploitations. Les principales maladies recensées au Cameroun ainsi que quelques traitements habituellement appliqués sont résumés au tableau 3.

Tableau 3
Principales maladies rencontrées et quelques traitements appliqués

Maladies	% exploitations	Traitements appliqués	
		Produits	% exploitations
Diarrhées	65	capso*	17,85
		Feuilles/herbes	10,71
Pseudo- peste	82	capso*	1,78
		hibiscus	1,78
Autres maladies respiratoires	37,5	piment	5,35
		—	—
Ectoparasites	15	—	—

*Appellation vulgaire de tout médicament — généralement des antibiotiques — conditionnés en capsules.

Certains médicaments à usage humain, des antibiotiques en particulier (Ampicilline, Tifomycine) sont régulièrement utilisés sans grand succès de l'avis même des paysans. Par contre, des plantes telles que *Kalanchoe crenata* (3) contre la coccidiose, les feuilles de papaye *Carica papaya* contre la diarrhée semblent donner de bons résultats. Le piment *Piper guineense* est largement utilisé pour le traitement de la toux.

Les performances de reproduction

L'étude de la structure des troupeaux fait apparaître qu'il y a en moyenne 1 coq adulte pour 3,15 poules matures. Toutefois, 70 % seulement d'élevages ont en permanence un coq. Pour 85 % des cas, le coq est de préférence acheté alors que ceux nés dans l'exploitation sont vendus ou utilisés à des fins autres que la reproduction. Les coqs sont en général réformés dès que les taux d'éclosion sont faibles ou quelquefois juste pour satisfaire les besoins financiers immédiats des ménages.

Pendant la ponte, environ 30 % des oeufs sont prélevés soit pour la vente soit pour l'autoconsommation. Le taux d'éclosion moyen enregistré est de l'ordre de 82 % avec des variations allant de 30 à 100 %. Toutefois, plus de la moitié des poussins éclos (52,86 %) meurent avant l'âge de 1 mois. Les principales causes de ces pertes sont les prédateurs (47,5 %) et les maladies (35 %).

Discussion

L'aviculture villageoise représente une source de revenus non négligeable pour les ménages ruraux, et contribue pour 40-90 % à la production de poulets et d'oeufs dans

la plupart des pays tropicaux (8, 11). Mais une partie de la production est utilisée à d'autres fins telles que l'amélioration de la ration alimentaire, les dons et les cérémonies rituelles qui tiennent encore une place importante dans la vie des populations africaines. Dans les troupeaux, l'espèce dominante est la poule, mais dans une proportion plus faible qu'ailleurs sous les tropiques (8).

Contrairement au secteur moderne largement dominé par les hommes (6), l'élevage traditionnel des volailles est surtout une affaire de femmes et d'enfants. Cette situation est d'autant plus compréhensible que la rentabilité financière de l'élevage villageois est relativement négligeable pour justifier l'entrée des hommes dans le circuit de production. D'un autre côté, l'aviculture intensive nécessite d'importants capitaux qui ne sont pas toujours à la portée des femmes, alors que l'investissement nécessaire à l'élevage des espèces locales est bas. Il est prévisible que toute amélioration de la productivité de l'aviculture traditionnelle notamment par l'introduction des paquets technologiques adéquats se traduirait par une entrée massive des hommes dans le circuit de production et la marginalisation des femmes et des enfants comme cela a été le cas dans beaucoup d'autres pays (5). Cependant, certaines femmes ou des entreprises contrôlées par des organisations de femmes pourraient continuer à dominer la production avicole comme en Ouganda (1). Toutefois, tout effort d'amélioration de cette aviculture villageoise devrait

tenir compte du fait que les paysans n'y investissent presque rien, et par conséquent, n'introduire que des innovations à faible coût (8). En dehors des paquets technologiques bon marché, une évaluation beaucoup plus précise des performances réelles des souches locales et des principales contraintes à l'expression de leurs potentialités (8), devrait précéder une stratégie d'amélioration génétique basée sur la sélection et les croisements (11).

Les effectifs moyens dans les exploitations du Cameroun sont assez comparables à ceux rencontrés ailleurs en Afrique tels qu'aux Kenya et Nigéria avec des effectifs moyens de 6,7 (10) et 19,6 oiseaux (2) respectivement. Les effectifs par exploitation suivent également un schéma que l'on retrouve aussi bien au Maroc (7) qu'au Sénégal (4). De même les taux d'éclosion moyens de 80 % rapportés en Somalie (9) sont assez comparables à ceux rencontrés ici alors que des résultats plus faibles (70 % seulement) ont été enregistrés au Maroc (7). Comme au Cameroun, les mortalités liées aux maladies sont dues dans la presque totalité de ces pays et bien d'autres (8), à la maladie de Newcastle, au choléra, à la typhose, à la variole et aux parasites internes et externes.

La pharmacopée traditionnelle semble jouer un rôle de premier plan dans la protection sanitaire des volailles en milieu rural et des études plus approfondies comme celles amorcées au Cameroun sur le *Kalanchoe crenata* (3) devraient permettre d'y voir plus clair.

Références bibliographiques

1. Aboul-Ella S.S., 1992. Women of the developing countries and their role in poultry development. Proceedings, XIX World's Poultry Congress, vol. 2, p. 697-700, The Netherlands, 20-24 sept. 1992.
2. Adene D.F., 1990. Country report on the Management and Health Problems of Rural Poultry Stock in Nigeria. C.T.A. Seminar proceedings, vol. 2, p. 207-214, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.
3. Agbédé G., Nkenfou J. & Mpoame M., 1993. Essais préliminaires d'utilisation de *Kalanchoe crenata* (Crussulacée) dans la prophylaxie et le traitement de la coccidiose aviaire. Tropicultura, 1993, 11(3):107-109.
4. Boye C., 1990. L'aviculture au Sénégal: Caractéristiques, Contraintes et Perspectives de développement. C.T.A. Seminar proceedings, vol. 2, p. 207-214, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.
5. Bradley F.A., 1992. A historical review of women's contributions to poultry production and the implications for poultry development policy. Proceedings, XIX World's Poultry Congress, vol. 2, p. 693-696. The Netherlands, 20-24 sept. 1992.
6. Djoukam J. & Tegua A., 1991. Filières des produits avicoles au Cameroun: Typologie des élevages avicoles semi-intensifs dans la province de l'Ouest. C.U.Ds., juin 1991, 41 p.
7. El Houadfi M., 1990. Rapport sur la production avicole et problèmes liés aux élevages traditionnels au Maroc. C.T.A. Seminar proceedings, vol. 2, pp. 207-214, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.
8. Horst P., 1989. Achievements, difficulties and future prospects in the small scale poultry development in Livestock Production and Diseases in The Tropics, Proceedings of the 6th international conference of institutes for tropical veterinary medicine, 28 August-1 September 1989, Wageningen, The Netherlands.
9. Lul Said A., 1990. Small Holder Rural Poultry Production in the Somalia Democratic Republic. C.T.A. Seminar proceedings, vol. 2, p. 207-214, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.
10. Mbugua P.N., 1990. Rural Small-Holder Poultry Production in Kenya. C.T.A. Seminar Proceedings, vol. 2, p. 41-47, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.
11. Mukherjee T.K., 1992. Usefulness of indigenous breeds and imported stocks for Poultry production in hot climates. Proceedings, XIX World's Poultry Congress, vol. 2, p. 31-37, The Netherlands, 20-24 sept. 1992.
12. Nguou Ngoupayou J.D., 1990. Country report on small-holder rural poultry production in Cameroon. C.T.A. Seminar Proceedings, vol. 2, p. 41-47, 9-13 oct. 1990, Thessaloniki, Greece.

G. Agbédé, Beninois, Docteur Vétérinaire, Chargé de cours à l'Université de Dschang, B.P. 136, Dschang, Cameroun.

A. Téguia, Camerounais, Ingénieur Agronome, M.Sc. Volailles, Chargé de cours à l'Université de Dschang, B.P. 110, Dschang, Cameroun.

Manjeli Y., Camerounais, Ingénieur Agronome, Ph. D. Génétique, Chargé de cours à l'Université de Dschang, B.P. 110, Dschang, Cameroun.

Agricultural Land-Use in Eroding Uplands: A Case Study in the Philippines

S. Dondeyne*, K. Opoku-Ameyaw**, O. Puginier*** & Cecilia Sumande****

Keywords: Farming systems — Farmers' landform and soil classification — Land-use — Erosion

«Sa pira ka adlaw maubos ang lupa kang tubig kag wara't lupa nga mabilin kag ang mga tawo sa Valderrama maagto sa America kag ang mga taga America maagto sa Valderrama»

Anthony R. Tamba, 8 years (farmers child)

(One day the water will eat all the soil and nothing will be left, and the people of Valderrama will come to America, and the Americans will come to Valderrama)

Summary

As part of a farming systems' study, a survey of the agricultural land-use in Valderrama, a mountainous municipality of Antique province in the Philippines, was carried out. Farmers' landform and soil classification proved to be a good key to understand the land-use in relation to the erosion and the colluviation or alluviation processes.

Farmers pointed lack of financial support, soil erosion, poor road infrastructure, and high population density as major development problems. Sheet and rill erosion are prominent on sloping land and determine the field location, the type of conservation measure and the type of crops the farmer will opt for. River bank erosion is an important problem in the valley bottom, often destroying the best agricultural land. Farmers developed a method to reclaim part of these losses. As a consequence of population pressure and limited availability of suitable land, some farmers are obliged to rely on soils highly susceptible to erosion. Locally severe gully erosion was observed on abandoned terraced land. Farmers explained to have given up its maintenance, due to depleted fertility. The soil chemical analyses indicated low pH and very low phosphorus status in this area.

Résumé

Dans le cadre d'une étude des systèmes agraires, une analyse de l'utilisation des terres à Valderrama, une municipalité montagneuse de la province Antique aux Philippines, a été effectuée. Connaître la classification des types de relief et des sols des agriculteurs s'est avéré utile pour comprendre la relation entre l'utilisation des terres et les processus d'érosion et de colluviation ou d'alluviation.

Le manque de support financier, l'érosion, l'accessibilité limitée de la région et la pression démographique ont été identifiés comme problèmes majeurs de développement par des agriculteurs. L'érosion en nappes et en rigoles est prédominante sur les pentes. Elle détermine l'emplacement des champs, ainsi que les mesures conservatoires et les types de cultures que l'agriculteur applique. L'érosion des berges constitue un problème important dans le bas-fond des vallées, détruisant souvent les meilleures terres. Néanmoins les agriculteurs ont développé une méthode afin de récupérer une partie de ces pertes. En raison de la pression démographique et de la disponibilité limitée de bonnes terres, certains agriculteurs se voient obligés de mettre en culture des sols fortement susceptibles d'érosion. L'érosion en ravines dans un stade avancé a été observée, cause de terrasses abandonnées. Les agriculteurs expliquaient avoir abandonné leur utilisation et maintien suite au déclin de leur fertilité. Les analyses chimiques démontrent une forte acidité et des valeurs très basses en phosphate.

1. Introduction

With the increased awareness of problems evolving from environmental degradation, development projects set up nowadays are aiming at promoting «sustainable development». In order to conceive appropriate and sustainable development policies and research needs, understanding the potentials and limitations of the agricultural systems, and their socio-economic settings, is essential.

Land degradation and erosion are prominent problems in mountainous tropical regions. The present paper aims at highlighting these problems in a specific region of the Philippines, with particular interest to farmers' perspective. It is becoming a common ground that the knowledge systems of traditional peoples' management of natural resources can be a worthwhile source of information (e.g. (12)).

* Institute for Land and Water Management, KU Leuven, V. Decosterstraat 102, 3000 Leuven, Belgium.

** Cocoa Research Institute, P.O. Box 8, New Tafo-Akim, Ghana.

*** Land Development Station, P.O. Box 110, Lampang 52000, Thailand.

**** Office of the Provincial Agriculturist, San Jose, Antique 5700, The Philippines.

Contact address: Carte Pédologique du Rwanda, BP 74, Kigali, Rwanda.

Received on 25.10.1993 and accepted for publication on 12.10.1994.

A farming systems' study was conducted from April to July 1992 in the municipality of Valderrama, Antique province, as part of the training course organised by the International Centre for development oriented Research in Agriculture (ICRA). Previously conducted farming systems' studies in the region were all carried out in less remote areas (3, 4, 5, 6, 7, 8 and 13). The general objectives of the study were to identify specific constraints for agricultural development and to formulate recommendations for further research and development relevant to the upland areas of the province.

Antique is one of the four provinces of Panay island in the Western Visayas. Valderrama is approximately 40 km north of the provincial capital San Jose (Figure 1). It is a mountainous area, the elevation ranging from sea level to somewhat above 1000 m asl. Slopes are generally steep, the summits and crests sharp. The Cangaranan, a braided river, further dominates the landscape. The river bed consists predominantly of boulders and gravel. Most of the farming activities take place in the valley bottom on alluvium. The rainy season starts in May and lasts till November. The incidence of typhoons influences the amount and the intensity of the rains. Daily rainfall records for 1984-'85 reported by Tasic et al. (13), show maximum values as high as 200 to 250 mm per day. The mean annual precipitation for Valderrama for the period 1956-1986 is 3366 mm while the mean annual air temperature is 27°C (9).

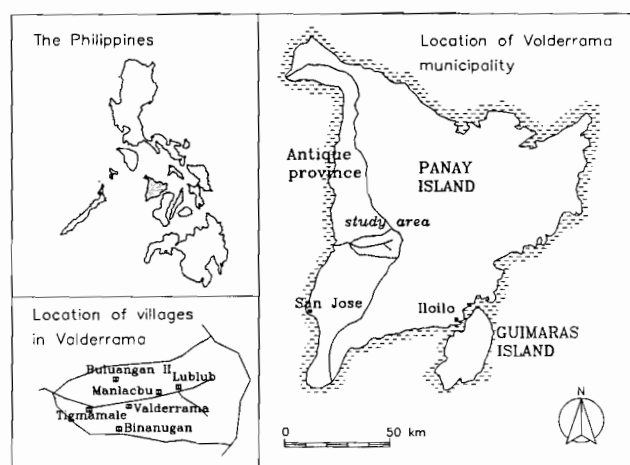


Figure 1 - Location of the study area.

2. Material and methods

In a first phase, a general appraisal of the farming systems was obtained through extensive interviews and field observations. The focus was on one village (Lublub) selected for its representativeness with regard to landscape characteristics and because of its remoteness. The interviews were conducted in 30 of the 207 households of Lublub. The sample was stratified according to farmer's land ownership/tenantship status and the type of land he had access to. This approach enabled to gather in the shortest time, a wealth of information on various aspects of the farming systems. Most prominent problems could

be identified and first hypotheses on their causes and relations formulated. These could later be tested for their relevancy in the municipality. The procedure is inspired by the Rapid Rural Appraisal approach (e.g. (11)). The first phase was concluded with a workshop during which the results were presented. Representatives of governmental and non-governmental organisations as well as barangay captains, who represented the farmers, were invited. The workshop served as a validation for the overall picture obtained by the team and to conduct a Causal Tree Problem Analysis (CTPA) with the participants to identify problems and discuss possible solutions. This exercise was inspired by the Goal Oriented Project Planning method (e.g. (2)).

In a second phase, the study focused on specific problems which had been defined through the CTPA. To get a better understanding of problems related to soil erosion, the agricultural land-use was investigated in four villages. Two villages are in the valley bottom (Tigmamale and Manlacobu), while two were selected for their mountainous setting (Binanugan and Buluangan II). A toposequence study was done in each village during which soil characteristics such as slope, soil depth, soil texture and parent material were assessed. The type of erosion (sheet, rill, gully and land slides) and its severeness (from none to very severe) were recorded. Information on the cropping practices was gathered through informal interviews, parallel to field observations. Attention was particularly given to the crop species, the crop arrangement (sole or intercropped), the tillage methods, and anti-erosion measures.

In order to assess the soil nutrient status, soil samples of the upper 30 cm were taken from 12 plots along the toposequences. Eleven samples were taken from agricultural land, taken to be representative for their topographical location. One sample was taken from a reforested area with *Casuaria equisetifolia* for comparison with the agricultural land. Soil pH was measured using a calomel electrode with a 1:1 soil/water suspension. The organic matter content was estimated by perchloric digestion. Relative values of the nitrogen status were obtained using a soil test kit of the Department of Agriculture. Potassium content was determined by flame photometry with sulphuric acid extract of the soil. Phosphorus content was determined according to Olsen's method (10).

3. Results and discussion

3.1. Characteristics of farming systems

The most important crop in the area is wetland rice, which is also the staple food. Farmers will opt to plant rice wherever sufficient water is available, and inputs such as fertilizers and pesticides are almost exclusively applied on these fields (Figure 2). Wherever sufficient water is available, rice will also be grown during the dry season. Else mungbean (*Vigna radiata*) or maize will be planted as food crops. Groundnut, tobacco, onions or sugarcane may be grown as cash crops. Land on slopes above 18% is legally declared as «forest land», though it is mainly covered by grasses, *Imperata cylindrica*. Due to population pressure, farmers have been forced to take this land into cultivation.

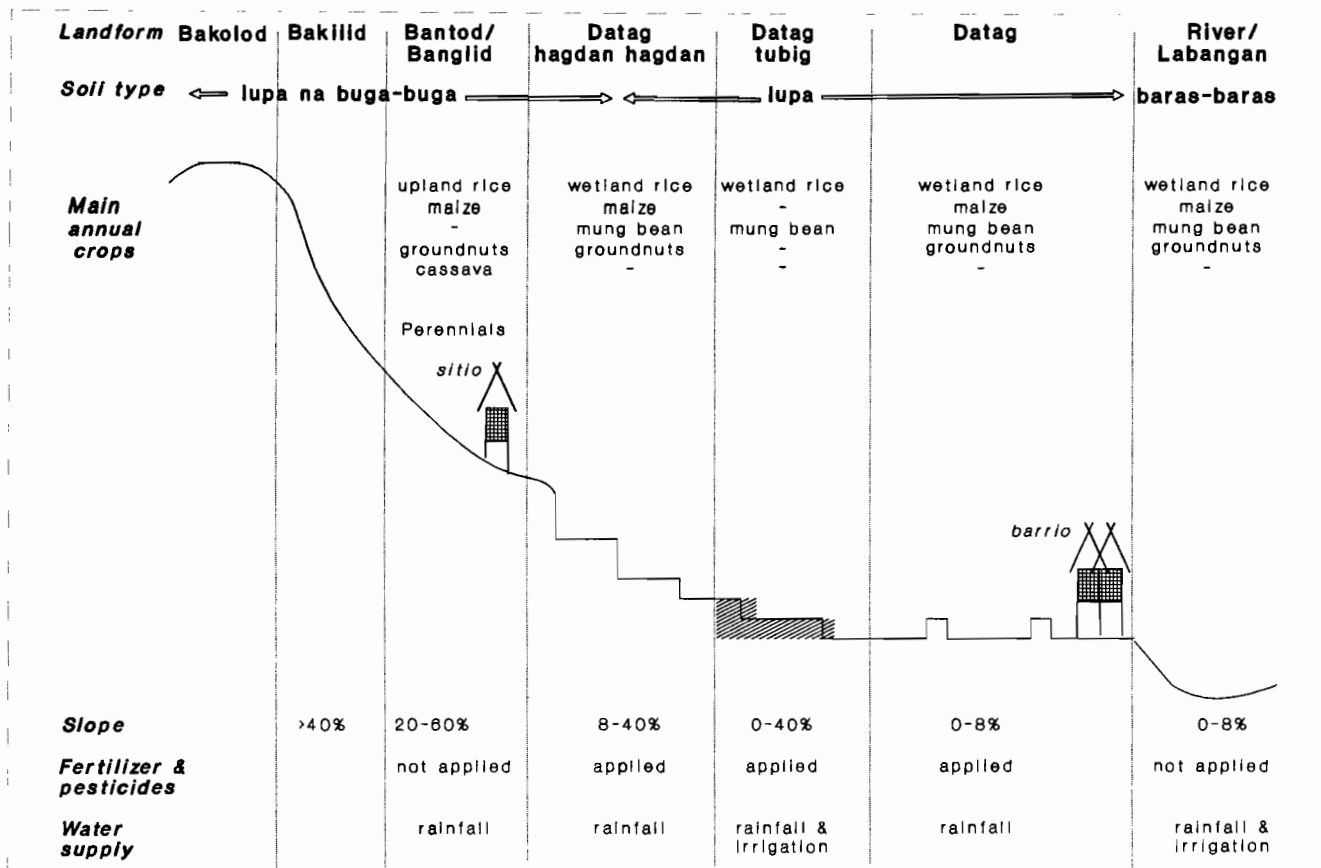


Figure 2 - Farmers' landform and soil classification with corresponding agricultural land-use (based on transect in Lublub).

Many farmers have part or all of the land they cultivate, under a tenancy agreement. Tenants usually share the yield in a 50:50 arrangement with the landlord, after subtracting costs made for fertilizers, pesticides and land preparation. A detailed description and analysis of the cropping and livestock production activities, and related socio-economic aspects, can be found in ICRA (8).

3.2. Problem analysis by farmers

The Causal Tree Problem Analysis (CTPA) done by the farmers' representatives, highlighted the overall problem of malnutrition (Figure 3). It is explained as a direct consequence of low productivity. Four basic problems are recognised by the farmers. The first identified problem is the «lack of money», hampering the development of irrigation facilities. «Soil erosion» is a second perceived problem, causes of which are partially attributed to the «burning of forests», and partially to «inappropriate farming practices». Farmers relate the latter to the insufficient advice they get from technicians due to the poor road infrastructure («lack of Transportation/Roads»), which is a third major problem. Soil erosion hampers the development of irrigation, but may just as well lead to the deterioration of existing irrigated fields. Taking into account the limited availability of cultivable land, high population density «overpopulation» is perceived as a fourth major problem. Farmers point a causal relationship between the scarcity of adequate land (*datag*) and «low productivity». Productivity should here be understood as the total production of the municipality, and not as productivity at field level.

3.3. Farmers' landform and soil classification

Farmers' landform classification encompasses the following units varying according to topographical location (Figure 2):

Bakolod: top of a hill (cultivated or not).

Bakilid: very steep slopes and not cultivated; usually covered by grasses or forest.

Banglid: slopes which are so steep that they cannot be ploughed.

Bantod: steep slopes, but which can still be ploughed.

Datag hagdan hagdan: terraced land.

Datag tubig: either flat or terraced land which is irrigated.

Datag: flat area in the valley bottom with deep alluvial soils, and

Labangan: flat area within or close to the river bed, banded with stones. This is done to entrap finer sediments so as to reclaim arable land [Photograph 1].

Most of the soils on the sloping areas belong to the Alimodian sandy clays soil series (1), they are Dystric Cambisols. These are the soils on the steep slopes and to some extent, of the higher located terraced land. Farmers call these soils *lupa na buga-buga*, meaning «soils under formation». Dystric Gleysols and Dystric Fluvisols are found on the lower terraced land as well as in the valley bottom and river bed. Farmers call these soils *lupa*, meaning «true soil», and these are the soils where wetland rice is typically grown. Sandy soils, called *baras-baras*, occasionally occur in these areas as well. The most common distribution of these soil types is presented in Figure 2.

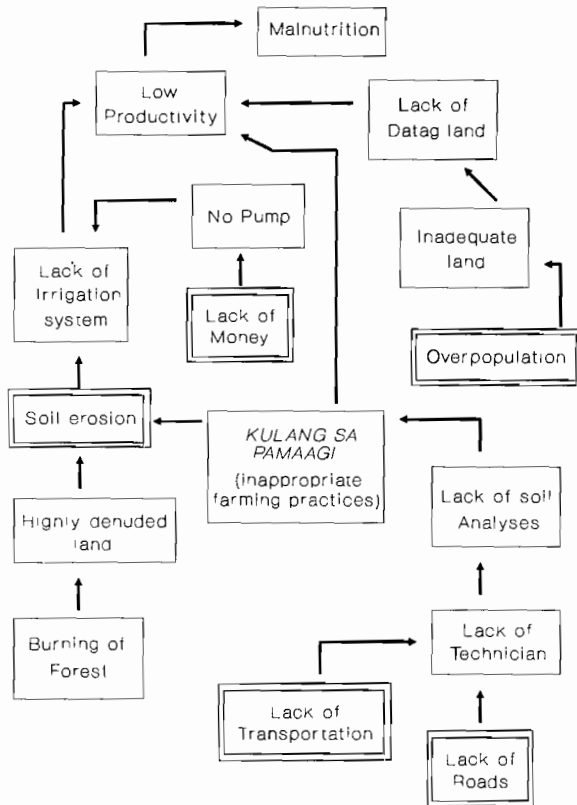


Figure 3 - Causal tree problem analysis diagram as perceived by farmers' representatives.



Photograph 1 -
Labangan: land under reclamation.

Farmers' landform classification coincides with its actual or potential land-use and is more elaborated than their soil classification. The latter rather reflects the specific soil suitability for wetland rice along with the most striking soil properties (texture, profile depth and drainage status).

3.4. Land-use on the major landform types

The following paragraphs describe the land-use on the major landform types as presented in Figure 2.

Banglid and *Bantod* land. On steep sloping land, upland rice varieties, cassava, maize, sweet potato, groundnut

and banana are the most common crops. Banana and cassava are usually grown at the steeper ends bordering the fields. Often observed intercropping arrangements are: rice and maize; rice, maize and banana or cassava; groundnuts and maize.

Datag hagdan hagdan land. Farmers terrace land for the cultivation of wetland rice. The terrace walls are made of earth, usually covered with grasses. Sometimes trees are grown on the terrace bunds, most commonly coconut trees. Farmers were found less willing to terrace land which they had under tenancy, because of the long term uncertainty of its use.

Datag tubig land. Irrigation water is supplied by gravity, mostly through unlined channels tapping from small springs. Only in one village (Tigmamale) an off-take structure and a cemented channel system exists. The use of water pumps was not observed in the municipality, in contrast with the lowland areas along the coast where the use of diesel pumps seems to be wide spread.

Datag land. Land in the valley bottom is predominantly used for the cultivation of wetland rice. Only in the dry season when there is not sufficient water for rice, other crops like onion, tobacco, mungbean or groundnut are grown here.

Labangan land. Crops most often grown on land under reclamation are rice, maize, groundnut and mungbean or it might be used as pasture land. Crops will only be planted at the beginning of the rainy season, if the likelihood of the parcel to be flooded is low. Hence, some of this land might be used for three crops a year, while some might only be suited for planting from August onwards, i.e. after the peak of high intensity rainfall. Farmers often reported that their *labangan* used to be *datag* land that had been destroyed by the river, and only after several years were they able to reclaim it.

3.5. Soil characteristics

The soil depth of areas which were not affected by erosion was generally at least 50 cm; under forest cover even up to 72 cm on slopes as steep as 80%. Soil texture was mostly fine textured (clay, silty clay or silty loam) (Figure 4). The parent material was either mudstone, shale or sandstones.

As can be seen in Figure 4, the soils were slightly (pH 6.0-6.7) to moderately acidic (pH 5.6-5.9). The sample collected in the forest (Bn1) was strongly acidic (pH 5.0). All but two of the twelve samples had medium values for the organic matter (OM) content, ranging from 2.0 to 3.5%. The highest OM content (3.5%), coinciding with the lowest pH (5.0), was found under forest cover of *Casuarina equisetifolia* (Bn1). Medium values were obtained for the nitrogen content for almost all fields, except for the forest soil and for one sample taken from a field planted with mungbeans (Bn3) which had high values. Both mungbean and *C. equisetifolia* have the potential of fixing atmospheric nitrogen.

All the soils samples had moderately high (160 ppm) to high (240-320 ppm) or even very high ratings (>350 ppm)

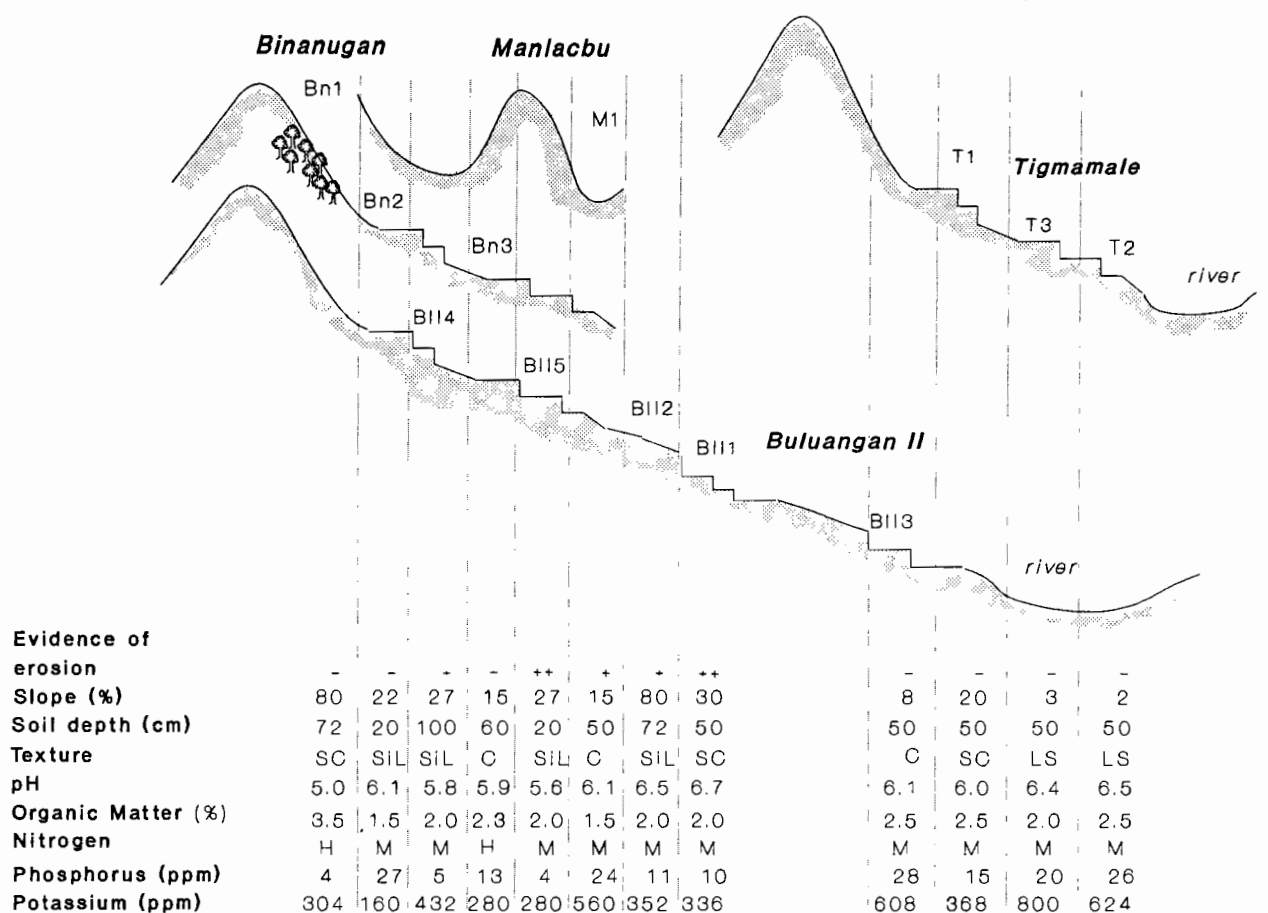


Figure 4 - Evidence of erosion in relation to soil characteristics (- none, + moderate, ++ severe erosion; SC Silty Clay, SiL Silty Loam, C Clay, LS Loamy Sand; H high, M medium Nitrogen content).

for potassium. The highest values originated all from colluvial material (M1, BII3, T2 and T3).

Nine of the samples soils had medium values for phosphorus, ranging from 10 to 28 ppm. Three samples had markedly low values (two of 4 and one of 5 ppm). These low values seem to be related to their lower pH values (Figure 4). One of these soils was under forest (Bn1). The two others (BII4 and BII5) were in areas affected by severe gully erosion.

3.6. Erosion processes

3.6.1. Sheet and rill erosion

Sheet and rill erosion was observed on almost all fields on steep unterraced land (*banglid* and *bantod*). Farmers have the tendency to locate these fields either at the foot of the hills, where part of the soil particles and soil fertility losses due to erosion will be compensated by colluviation. Alternatively, they will locate them close to the crest where run-off is relatively limited and hence erosion will be restricted. To reduce erosion hazards a diversion ditch is usually provided at the hill side of the field and grass bunds are maintained parallel to the contour lines.

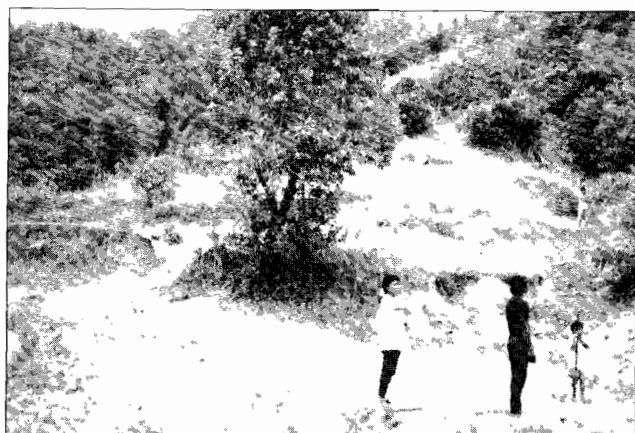
At times, rice fields were observed on extremely steep slopes (60% or more) and at places on very shallow soil, virtually on bare rocks. Some farmers are apparently forced to cultivate under these extreme conditions if they

want to make ends meet. In a survey on the rice production, about 59% of the respondents reported not to be able to produce enough rice to cover their own consumption (8). Rice being the staple food, every farmer seems to grow rice, irrespectively of potential erosion hazards.

Farmers were sometimes observed to deliberately enhance erosion so that the sediments would accumulate on lower lying terraced land or on land which they were converting into terraces. Where the area above the fields was not large enough, farmers explained not to be interested in terracing the sloping land as they would not be able to harness enough water to grow wetland rice. They preferred to leave it like that despite the evident erosion, and to use it for the cultivation of traditional upland rice varieties for which they could get a good price.

3.6.2. Gully erosion

Severe gully erosion was observed in the village of Buluangan II. Farmers explained to have abandoned to cultivate some of the terraced fields because of depleted soil fertility (Photograph 2). They were therefore not interested in maintaining the terraces and did not mind the ongoing erosion. The soil samples taken from these areas (BII4 and BII5, Figure 4) showed relative low pH values and had very low phosphorus status. This seems to confirm farmers' claim on the loss of soil fertility.



Photograph 2 -
Abandoned and deteriorating terraced land due to depleted fertility.

3.6.3. River bank erosion

Of all villages visited, river bank erosion was a very important problem in Lublub. According to farmers, Lublub used to be one of the most populous villages in the area and was known as the rice bowl of the watersehd. However, due to river bank erosion, a great part of its best agricultural land in the valley bottom (*datag*), has been lost. This forces farmers to rely more and more on the steep sloping land and has also stimulated an out-migration. In Lublub, the river is even threatening part of the main settlement and some houses had already had to be moved.

3.6.4. Landslides

Evidence of the occurrence of landslides was only observed on very steep land and on land which had not been under cultivation. Farmers related these to earthquake events.

4. Conclusions

Lack of financial support, soil erosion, poor road infrastructure and high population density were pointed out by farmers' representatives as the major development problems, eventually resulting in malnutrition. Farmers' landform classification revealed to be a good key to understand the agricultural land-use in relation to the landscape dynamics. Major landscape processes are:

- sheet and rill erosion on sloping land, and reciprocally colluvial deposition at the foot hills;
- river bank erosion, and alluvial deposition in the bottom valley.

Land-use on sloping land is determined by the risk of sheet and rill erosion. Unterraced fields (*banglid* and *ban-tod*) are preferably located, either close to the hill crest where sheet and rill erosion is limited, or at the foothills where colluvial deposition will occur. Erosion risk on these

fields are further limited by maintaining grass bunds and by providing run-off diversion ditches. *Terraced fields* (*datag hagdan hagdan*) are only found where sufficient water can be harnessed to cultivate wetland rice. This implies a substantial catchment area uphill, and consequently the terraces act as colluvial traps.

The best agricultural land (*datag*) is found in the valley bottom on alluvium. River bank erosion is a challenging problem to farmers, threatening and often destroying the best of their land. Nevertheless, they have developed a method to reclaim some agricultural land by entrapping sediments (*labangan*).

Farmers' soil classification system is less elaborated than their classification. It directly reflects the suitability for wetland rice cultivation.

Farmers were well aware of erosion problems and in general also able to cultivate in a sustainable way, even on slopes exceeding 18%. Occasionally this seemed to be upset by problems related to the accessibility of land and to the maintenance of soil fertility:

- Farmers were only found willing to make the effort of terracing land when they have some guarantee on the landownership. Moreover, to make ends meet, some farmers have to make use of land which is highly susceptible to erosion.
- On one site severe gully erosion was observed, starting from abandoned terraces. Farmers reported to have given up cultivating and maintaining them due to the lost of fertility. This seemed to be confirmed by the soil analysis indicating rather low pH and very low phosphorus status.

The ambition of the paper is to illustrate farmers' use of land in an area which is highly susceptible to erosion and to analyze related problems, and not to make a statistical analysis of the on-farm situation, which is beyond the researcher's control.

Acknowledgement

The authors would like to thank all the farmers and friends of Valderrama for their hospitality and their kind cooperation. Thanks also to the staff of the Antique Integrated Area Development Foundation (ANIAD) for all the support as well as to the head and the staff of the Laboratory of the Department of Agriculture in Iloilo, The Philippines, for analyzing the soil samples. The authors are grateful to Professor Dr Roberto R. Araño, tutor and facilitator of the team, and to Mr Narayan Shrestha and Mr Foday Turay for their substantial contributions as members of the interdisciplinary team. Professor Jozef Deckers, Mr Hal Mettrick and anonymous reviewers are gratefully acknowledged for commenting on earlier drafts of the article.

Literature

1. Calimbas F., Lopez F.B., Tingzon J. & Mojica A.E., 1962. Soil survey of Antique province, Philippines. *Soil report*, 30, Republic of The Philippines, Department of Agriculture and Natural Resources, Bureau of Soils, Manila, 87 p. + map.
2. Collin M.H., 1991. An approach to long-term program design. *ISNAR Working paper*, 37, The Hague, The Netherlands, 53 p.
3. ICRA, 1981a. Agricultural research and development relating to the Kabsaka project, Iloilo, The Philippines. *ICRA bulletin*, 3, Wageningen, The Netherlands, 83 p.
4. ICRA, 1981b. The identification of agricultural research priorities, with particular reference to rainfed rice in Capiz settlement, Panay Island, The Philippines. *ICRA bulletin*, 3, Wageningen, The Netherlands, 70 p. + annexes.
5. ICRA, 1982a. The farming systems in the uplands of the south of Antique province, Panay island, The Philippines. *ICRA bulletin*, 5, Wageningen, The Netherlands, 61 p. + annexes.
6. ICRA, 1982b. Farming systems in Miag-ao, Iloilo, The Philippines. *ICRA bulletin*, 5, Wageningen, The Netherlands, 44 p. + annexes.
7. ICRA, 1983. Farming systems in Maoit river catchment areas. Antique, The Philippines. *ICRA bulletin*, 13, Wageningen, The Netherlands, 50 p. + annexes.
8. ICRA, 1992. An analysis of rice-based farming systems in Vaiderrama, Antique, The Philippines. *ICRA Working document series*, 23, Wageningen, The Netherlands, 94 p.
9. OI/DCI, 1991. *Antique strategic upland study*, report prepared by the Orient Integrated Development Consultants, Inc., for ANIAD, San Jose, Antique, Philippines.
10. Olsen S.R., Cole C.V., Watanabe F.S. & Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agric., Circ.* 939.
11. Ortega-espaldon V. & Florece L.M., 1990. Rapid Rural Appraisal: lessons learnt from experiences in Palawan, The Philippines, *RRA Notes*, 9, International Institute for Environment and Development (IIED), London, p. 12-17.
12. Pawiuk R.R., Sandor J.A. & Tabor J.A., 1992. The role of indigenous soil knowledge in agricultural development. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47, 298-302.
13. Tasic R.C., Fazekas de St. Groth C. & Angus J.F., 1987. *PHAR-LAP: A cropping systems study on rainfed rice farms in Antique province, Philippines*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Canberra, Australia, 91 p.

S. Dondeyne, Belgian. MSc in Soil Science, Associate researcher.

K. Opoku-Ameyaw, Ghanaian, PhD in Crop Science, Senior researcher.

O. Puginier, German. MSc in Crop Protection, Tropical agro-ecologist.

Cecilia Sumande, Filipina. BSc in Agronomy, Agronomist.

Quelques titres en attente de publication

Some accepted titles awaiting publication

Enkele aanvaarde titels die op publikatie wachten

Algunos títulos en espera de publicación

Economie agro-alimentaire : analyse des modèles de consommation des zones rurales au Cameroun

Tests au champ de la résistance à la pyriculariose du riz au Zaïre.

Lutte contre la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO et l'acarier vert *Mononychellus tanajoa* BONDAR au Zaïre : Bilan des recherches

Effet comparé des poudres de *Nicotiana tabacum* L., *Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPP et de l'huile de *Ricinus communis* L. sur la conservation des graines de *Vigna unguiculata* (L) WALP

Analyse des mortalités chez les ovins à Nioka (Ituri, Haut-Zaïre)

Effet comparé des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* FAB. et le charançon du riz *Sitophilus oryzae* L.

La pénurie alimentaire dans la région de la Sangha

Yield of Potato as Influenced by Crop Sanitation and Reduced Fungicidal Treatments

Propriété collective ou individuelle : Les mutations en cours dans les pratiques foncières agricoles au Sénégal

A Study of the Fish Farms in Southern Delta State, Nigeria

Essai comparé de traitement de nématodes de poulet au «Sodivermyl»-Baird et à l'écorce de *Combretum* sp. (Combretacée)

Etude d'un système de désherbage de la culture cotonnière au Burundi.

Growth Performance of Pekin Ducks Fed with Golden Snail and Fresh Banana Peelings

Comparaison des effets de différents types de traitement phytosanitaire des semences du cotonnier au Burundi et en Grèce

Influence of the Browse Plant *Gliricidia sepium*, Supplemented with Concentrate Feed on Food Intake and Growth of West African Dwarf Goat Kids

Larvivorous Potential of Different Stages of *Culex tigripes* Diptera Culicidae in the Prospective of its Use in Biological Control of Malaria Vectors.

Eveil des femmes paysannes pour le développement communautaire dans la région de Lwiro, Sud-Kivu - Zaïre.

Le criquet du Mato Grosso: l'agriculture est-elle responsable ?

M. Lecoq* & I. Pierozzi Jr.**

Keywords: Grasshoppers — Applied entomology — Brazil

Résumé

Des recherches bibliographiques et des enquêtes de terrain ont permis de recueillir documents et témoignages montrant indéniablement que les pullulations de *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906) [Orth. Acrididae Gomphocerinae] au Mato Grosso (Brésil) ne constituent nullement un phénomène nouveau, ni par leur nature, ni par leur ampleur. Ceci conduit à revoir radicalement les conceptions actuelles sur leur déterminisme et à rejeter largement les hypothèses précédentes impliquant le développement agricole accéléré des zones concernées à partir des années 80.

Summary

Investigations through bibliographical references and among the local population provided a collection of documents and evidences showing without any doubt that *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906) [Orth. Acrididae Gomphocerinae] outbreaks in Mato Grosso (Brazil) are not a new event neither by nature nor by magnitude. Therefore, the present conception on the origin of those outbreaks need to be drastically revised. The previous hypotheses, implying an overrated agricultural development of concerned areas since 1980, must then be rejected.

1. Introduction

Depuis 1983, l'agriculture de l'état du Mato Grosso, au Brésil, connaît des problèmes sérieux avec une espèce de criquet jusque-là considérée comme inoffensive: *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN 1906) [Orth. Acrididae Gomphocerinae] (figure 1). Les pullulations sont localisées dans la frange de «cerrado» (savanes arbustives) située immédiatement au sud des zones de forêt amazonienne, de la frontière du Rondônia à l'ouest à la vallée du Rio Araguaia à l'est, soit la région de la Chapada dos Parecis *sensu lato* (figure 2). Leur déterminisme demeure peu clair. Les hypothèses actuelles impliquent le développement agricole accéléré des zones concernées à partir des années 80. Il y aurait eu création de nouveaux biotopes favorables au criquet du fait de la déforestation intensive des terres pour leur transformation en zones de cultures ou de pâturages, et/ou apparition d'un déséquilibre écolo-

gique qui aurait provoqué une réduction importante des ennemis naturels des criquets et favorisé ainsi leurs pullulations (1, 2, 3, 4, 5). A ce jour, cependant, aucune de ces hypothèses n'a été argumentée scientifiquement. Ce qui

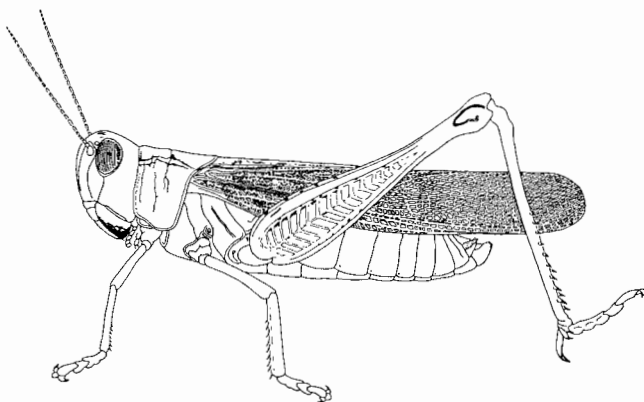


Figure 1: *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906) criquet ravageur de l'état du Mato Grosso au Brésil (imago mâle).

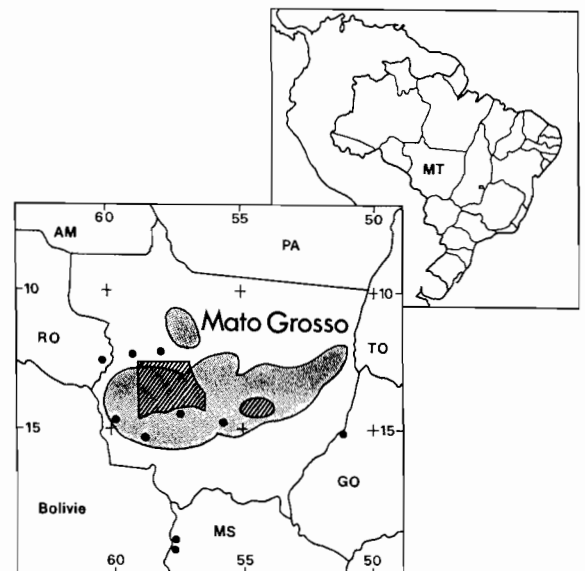


Figure 2: Localisation des principales zones de pullulation de *Rhammatocerus schistocercoides* au Mato Grosso.

Zones grises: principales zones de pullulations de 1984 à 1986.
Zones hachurées: zones de pullulations régulièrement mentionnées depuis le début du siècle.

Points noirs: signalisations mentionnées par Carbonell (1988).
Etats du Brésil: AM, Amazonas; GO, Goiás; MS, Mato Grosso do Sul; MT, Mato Grosso; PA, Pará; RO, Rondônia; TO, Tocantins.

*CIRAD-GERDAT-PRIFAS. B.P. 5035. 34032 Montpellier, Cedex, France.

**EMBRAPA-NMA, Av. Júlio Soares de Arruda, 803, Pq. São Quirino, C.P. 491, 13.001-970 Campinas SP, Brésil.

Reçu le 14.02.94 et accepté pour publication le 17.10.94.

ne les a pas empêché, depuis une dizaine d'années, d'être régulièrement reprises et de devenir ainsi, peu à peu, des sortes de vérités premières.

2. Méthodologie

Dans le cadre d'un projet de recherche conjoint EMBRAPA-NMA/CIRAD-PRIFAS² co-financé par la CCE³ et destiné à jeter les bases scientifiques d'une stratégie de lutte contre ce criquet, nous avons été amenés à envisager le problème dans un contexte très général, cherchant en particulier à savoir s'il était effectivement nouveau (6).

Une large recherche bibliographique dans des ouvrages anciens traitant d'ethnologie et de l'exploration du Mato Grosso a été complétée par des enquêtes sur le terrain auprès des populations locales connaissant bien la région depuis de nombreuses années: indiens, vieux agriculteurs, pionniers de la colonisation du Mato Grosso, anthropologues, pères missionnaires jésuites et salésiens, conducteurs de troupeaux, récolteurs de latex, etc.

3. Résultats

Tous les témoignages recueillis, oralement ou dans la littérature, concordent et montrent indubitablement:

- que le phénomène des pullulations de *Rhammatocerus schistocercoides* au Mato Grosso est très ancien et que les pullulations actuelles ne paraissent ni plus importantes ni plus fréquentes que par le passé; tous les témoignages mettent l'accent sur l'importance des pullulations depuis le début du siècle; certains considéraient même que c'était un des facteurs pouvant empêcher l'implantation de l'agriculture sur la Chapada dos Parecis, ce qui permet de se faire une idée de l'ampleur que ces pullulations pouvaient alors revêtir;
- que ces pullulations ont de tout temps, au moins depuis la fin du 19^{ème} siècle, été réparties sur une large bande allant (pour le moins) de la région de la vallée du rio Guaporé à l'ouest à celle de la Paranatinga à l'est, entre les 12^e et 15^e parallèles sud; les principales zones de pullulations sont demeurées les mêmes tout au long de ce siècle.

4. Discussion et conclusions

La preuve de l'ancienneté de l'importance des pullulations de ce criquet au Mato Grosso constitue un fait capital qui doit radicalement changer la vision que nous devons avoir du phénomène et de son déterminisme. Toutes les hypothèses précédentes — impliquant la création de nouveaux biotopes favorables ou un déséquilibre écologique — tombent d'elles-mêmes. On ne peut plus désormais affirmer que les pullulations sont la conséquence de l'introduction de l'agriculture intensive mécanisée sur la Chapada dos Parecis.

Par contre, si le phénomène des pullulations est ancien, le problème économique «criquet» au Mato Grosso est bien évidemment récent. On a, dans les années 80, implanté les cultures dans les zones de pullulation habituelles du *Rhammatocerus schistocercoides*. Les nouveaux agriculteurs, immigrants en provenance principalement du sud du Brésil, ne connaissant pas la région et ignorant les observations anciennes, ont vu leurs premières récoltes menacées ou détruites par un insecte qu'ils n'avaient jamais observé, bien que constituant une composante importante de l'entomofaune locale. La «légende» d'un problème nouveau a ainsi été créée. Elle a vu le jour et a pris racines d'autant plus facilement qu'elle est arrivée dans un environnement culturel particulièrement favorable marqué par les thèmes des problèmes liés au déboisement de l'Amazonie, des conflits agraires entre indiens et nouveaux agriculteurs, ainsi que des critiques des méthodes de cultures des nouveaux immigrants.

A la lumière des connaissances acquises dans le projet EMBRAPA/CIRAD/CCE, l'hypothèse d'un déterminisme météorologique de ces pullulations semble revêtir une importance toute particulière. Les travaux en cours devraient apporter prochainement un éclaircissement sur ce sujet. Il faut maintenant comprendre pourquoi, certaines années, ce «Criquet du Mato Grosso» peut connaître une expansion démographique considérable et menacer les nouvelles frontières agricoles du Brésil, sans que les transformations récentes de paysage soient à la base du déterminisme de ces pullulations.

Références bibliographiques

1. Bamentos L.L., 1993. The present state of the locust and grasshopper problem in Brazil. 6th International Meeting of the Orthopterist Society. Hilo, Hawaii, USA. Résumé in: *Metaleptea* **14**(3): 11.
2. Carbonell C.S., 1988. *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906), espèce préjudiciable pour l'agriculture dans la région centro oeste de Brasil (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae). Boletim Museu Nacional de Rio de Janeiro, Zoologia, **318**:1-17.
3. Cosenza G.W., 1987. Biologia em controle do gafanhoto *Rhammatocerus* sp. Planaltina, DF, Brésil: EMBRAPA-CPAC, Documentos n° 25, 23 pages.
4. Cosenza G.W., Curti J.B. & Paro H., 1990. Comportamento e controle do gafanhoto *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906) no Mato Grosso. Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília. **25**(2): 173-180.
5. Lecoq M. & Pierozzi Jr.I., 1994a. *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN 1906), criquet ravageur de l'état du Mato Grosso au Brésil. Essai de synthèse bibliographique, CCE/CIRAD-GERDAT-PRIFAS/EMBRAPA-NMA, Montpellier. 99 pages.
6. Lecoq M. & Pierozzi Jr.I., 1994b. L'ancienneté des pullulations du criquet *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN 1906) [Orth. Acrididae Gomphocerinae] au Mato Grosso: une hypothèse vérifiée. D.485, CCE/CIRAD-GERDAT-PRIFAS/EMBRAPA-NMA, Montpellier, 17 pages. [Doc. multigr.]

M. Lecoq: Français. Docteur en sciences, Entomologiste, Coordonateur de recherches. CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, France.

I. Pierozzi Jr.: Brésilien. Docteur en sciences, Entomologiste, Responsable diffusion de la technologie. EMBRAPA-NMA, Campinas, Brésil.

1. EMBRAPA-NMA: Empresa brasileira de pesquisa agropecuária - Núcleo de monitoramento ambiental e de recursos naturais por satélite.

2. CIRAD-PRIFAS: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement - Acridologie opérationnelle - Ecoforce internationale.

3. CCE: Commission des communautés européennes.

Le changement technologique dans l'exploitation agricole des régions d'altitude au Burundi (Bututsi)*

P. Pozy**

Keywords: Burundi highland — On farm research — Technology innovation — Sustainability.

Résumé

Le système de production agricole mixte des petites exploitations familiales des régions d'altitude au Burundi se dégrade d'année en année, suite à l'accroissement rapide de la population. Les efforts d'intensification agricole déployés depuis une vingtaine d'années ne sont guère adoptés par le milieu rural.

Un changement technologique, basé sur des techniques validées en milieu rural, est inséré dans le système traditionnel de production et transféré dans les exploitations familiales. L'alternative est vivement appropriée par les agriculteurs qui en saisissent l'intérêt de sécurité alimentaire qu'il apporte par la réduction des risques. Le nouveau système de production agricole émerge grâce à sa reproductibilité ou durabilité obtenue par une utilisation équilibrée des ressources naturelles tout en augmentant la productivité alimentaire globale de l'exploitation agricole familiale.

Summary

Small subsistence farmers in the Burundi highland are facing production systems problems due to pressure of population growth. Extension works for late twenty years have failed to increase productivity by poor farmers adoption of intensive crop and livestock systems.

Sahiwal breeding and potato technologies based on research results and adapted by prior on - farm trials were included in traditional production system and extended to a diverse sample of small farmers. Alternative technologies were adopted because they enhance sustainability (use of available resources on a renewal basis) and improve food production for home consumption (food security).

Introduction

Le Bututsi, localisé dans le sud du pays, est une des onze régions naturelles du Burundi. C'est une région d'élevage bovin; elle abrite le cinquième du cheptel national (6). Les bovins sont exploités en pastoralisme; ils sont conduits sur les parcours naturels caractérisés par une graminée de faible valeur alimentaire, *Eragrostis olivacea* K. SCHUM. Tout éleveur est également agriculteur. Le tissu productif est formé de petites exploitations familiales, ayant une surface agricole utile moyenne de 0,86 hectare (5), disséminées dans de vastes pâturages communautaires. Un système mixte d'agriculture vivrière et d'élevage bovin est pratiqué dans 55% des exploitations de la région, mais environ 70% des exploitations familiales présentent des caractéristiques potentielles pour développer le système mixte vivres-bovins. La surface de l'exploitation cultivée en vivres est de 56 ares; le reste (environ 30 ares) porte la culture fourragère (surface moyenne de 2 ares) ou sont des terres en réserve. La fertilité des sols des différentes parcelles varie fortement (tableau 1).

TABLEAU I
Résultats analytiques d'échantillons de sol (0-15 cm) de deux types de parcelle dans l'exploitation mixte (n = 60)

	Sol de parcelle	
	Vivrière	Terre en réserve
pH (eau)	5,4 - 5,1	4,9
Al ³⁺ mequ/100 g	1,63 - 1,73	2,24
C% M.O.	3,65	3,98
N% M.O.	0,25	0,26
Indice «m» (Kamprath)	23 - 52	63 - 84

Source: ISABU, Laboratoire d'analyse chimique.

Le fumier (production animale) est exclusivement utilisé pour la fertilisation des cultures vivrières, et les résidus de la production vivrière sont largement utilisés dans l'alimentation animale, en complément du broutage de l'herbe naturelle. Le volet vivrier concerne les cultures de maïs, haricot, patate douce et sorgho; ces cultures sont associées au bananier. Le système traditionnel d'exploitation mixte s'est reproduit d'année en année selon une

*Travail cofinancé par le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage de la République du Burundi et l'Administration Générale de la Coopération au Développement de Belgique.

**Atelier de recherche du Bututsi, ISABU, BP. 795, Bujumbura. Burundi.

Reçu le 02.05.94 et accepté pour publication le 17.10.94.

rotation saisonnière (2 saisons de culture par an) avec l'apport de fumure organique (fumier):

Maïs (Saison A)	Haricot (Saison B)	Sorgho (Saison A+B)	Patate douce (Saison A+B)
1 an	ou 2 années	1 an	1 an

Les rendements moyens des cultures vivrières sont faibles (tableau 2). Le niveau de productivité ne permet plus de nourrir une population en croissance rapide: +2,8% par an (4).

TABLEAU 2
Rendements moyens des cultures vivrières

Haricot	720 kg/ha
Maïs	1500 kg/ha
Patate douce	2800 kg/ha
Sorgho	760 kg/ha

Sources: SNES (11) et Projet Bututsi (3)

Evolution du système de production

Le système empirique de production a été profondément modifié dans le sens du déséquilibre. La pression démographique provoque la disparition de moyens essentiels de l'entretien de la fertilité que sont l'élevage et la jachère (2). La pression démographique conduit à l'utilisation vivrière des bas-fonds, naguère réservés pour l'alimentation animale de saison sèche: d'où réduction du cheptel et baisse de la production de fumure organique (= réduction du transfert horizontal de fertilité). La quête de la sécurité alimentaire provoque la suppression de la jachère, d'où une perte accentuée de la fertilité (transfert vertical de fertilité); la jachère est remplacée par une culture de patate douce. Les terres en réserve sont également utilisées pour une culture de patate douce suivie de 3 à 5 années de repos. La proportion de surface agricole cultivée en patate douce, culture plus tolérante aux sols pauvres mais peu productive, a fortement augmenté. Cette tendance est renforcée par l'introduction ici et là de la culture du manioc, culture marginale en haute altitude.

Il n'y a pas de remplacement de la jachère par une culture de fourrage permettant une sédentarisation partielle du troupeau et, partant, un accroissement de la production de fumure organique. Il n'y a pas recherche de moyens de fertilisation, mais le besoin de fertilisation est connu de l'agriculteur. Cette évolution tronquée de l'agriculture burundaise d'altitude conduit inexorablement à la dégradation du système de production.

Jachère = repos (naturel) régénérateur entre deux cycles de cultures.

Culture fourragère - sédentarisation du troupeau - production de fumure organique - fertilisation des cultures + production animale (lait/viande)

Des efforts de développement agro-pastoral et l'introduction de la culture de la pomme de terre, qui rencontre des conditions favorables dans la région, sont déployés depuis une vingtaine d'années. La vulgarisation relaie en milieu rural des résultats de la recherche agronomique. Sans grands succès. Avant de songer à une intensification de

l'agriculture et/ou de l'élevage, il faut identifier les blocages conduisant au déséquilibre du système de production; il s'agit d'arrêter, d'abord, la dégradation du système de production.

La sédentarisation du troupeau bovin, appréhendée par le milieu rural comme moyen d'accroître la production de fumure organique et susceptible d'assurer un certain niveau de monétarisation par la vente de lait, n'a pas rencontré d'écho favorable dans le milieu rural. Ceci s'explique par l'obsession du paysan de limiter les risques. D'une part, la recherche agronomique ne dispose pas de culture à caractère fourragère susceptible de remplacer la jachère de courte durée. Cette culture doit satisfaire à des critères précis; elle doit être installée sans fertilisation sur une parcelle en fin de rotation vivrière, produire une quantité suffisante de complément alimentaire pour permettre la sédentarisation du troupeau (= augmentation du temps de stabulation), présenter une valeur nutritive supérieure à celle de l'herbe de pâturage (= augmentation de la production animale) et respecter le délai de jachère (= ne pas retarder le cycle vivrier normal).

Il est admis que la quantité d'aliments habituellement produite par la culture de la patate douce en remplacement de la jachère serait obtenue par une intensification vivrière des autres parcelles suite à une fertilisation organique plus abondante. D'autre part, la culture fourragère installée sans fertilisation organique sur les parcelles les moins fertiles de l'exploitation (= terres en réserve) n'est pas reproductible. La gestion extensive de la culture (installation sans fumure et rythme de coupe annuel en saison sèche) a conduit l'agriculteur au choix du *Tripsacum laxum* parmi diverses espèces proposées par la recherche. Cette culture n'est pas en équilibre; elle conduit à un appauvrissement de la parcelle. Le renouvellement de la culture est limité au déplacement vers une parcelle voisine. Or, ces terres en réserve sont nécessaires pour fournir périodiquement un appoint alimentaire (patate douce) à la famille. Il en résulte que l'agriculteur limite âprement la surface fourragère, et que les besoins alimentaires saisonniers (saison sèche) du troupeau ne sont pas couverts. Il n'y a pas sédentarisation du cheptel, il n'y a pas augmentation de la production animale (lait, viande, fumier).

La quête de la sécurité alimentaire conduit à la concentration des ressources de fertilisation sur une superficie de plus en plus réduite de l'exploitation familiale et au remplacement progressif, sur les autres parcelles de l'exploitation, de la culture des céréales et légumineuses par la culture des racines et tubercules, plus tolérants aux sols de moindre fertilité (acidité, toxicité aluminique). Le Bututsi est une région importatrice nette de vivres; l'agriculture vivrière ne nourrit pas la population. L'accroissement de la productivité vivrière peut être obtenu par l'emploi des semences sélectionnées et/ou l'introduction de cultures plus productives. La contrainte majeure à l'extériorisation du potentiel génétique des semences sélectionnées demeure la fertilisation. L'introduction de la pomme de terre, connue et appréciée des agriculteurs, ne parvient qu'à augmenter, sporadiquement dans le temps, la productivité de l'exploitation.

L'agriculteur ne domine pas les technologies de rotation sanitaire (la bactériose commune est la principale maladie de la culture), de production propre de semences (indépendance de l'agriculteur), de conservation efficace des plançons. Mais, la contrainte majeure réside dans le cycle de fertilisation des cultures vivrières dans l'exploitation.

Changement technologique dans l'exploitation

Le changement technologique doit contribuer à la résolution des contraintes de l'exploitation agricole familiale. Une alternative technologique de récupération de la valeur agricole de la parcelle cultivée quatre à cinq années en fourrage doit lever la contrainte à la sédentarisation partielle du cheptel en région d'altitude. Et le système de production alternatif, élaboré par l'incorporation de nouvelles technologies, doit rester compatible avec les ressources et les conditions agro-économiques de l'agriculteur.

Les technologies *Sahiwal* laitier et pomme de terre ont été jugées susceptibles de répondre à plusieurs contraintes de l'agriculteur:

- production accrue de fumure organique
- amélioration de la sécurité alimentaire
- monétarisation de l'exploitation
- reproductibilité (équilibre) du système de production.

Ces technologies, élaborées à partir de résultats de la recherche (1), ont été adaptées et validées, entre 1985 et 1989, en conditions d'exploitation agricole mixte dans la région naturelle du Bututsi (8).

L'étape de validation en milieu rural de la technologie *Sahiwal* a montré que l'accroissement de la production de fumure organique ne conduit pas à une utilisation même restreinte de fumier pour la culture fourragère, bien que la quantité annuelle de fumier produite par animal soit quintuplée.

La contrainte de reproductibilité de la culture fourragère n'est pas résolue. La surface fourragère nécessaire au rationnement de l'animal *Sahiwal* (10) est répartie entre les haies du dispositif anti-érosif de l'exploitation agricole et les parcelles fourragères installées sur les terres en réserve (surface moyenne de 23,7 ares pour 45 exploitations). Les haies fourragères anti-érosives mixtes (une ou deux lignes de *Setaria* sp. doublée d'une ligne de *Calliandra calothyrsus*) sont installées selon les courbes de niveau en bordure des terrasses ainsi qu'en délimitation des chemins et sentiers qui parcourent l'exploitation, ce qui induit l'arrêt de la dégradation foncière de l'exploitation.

Une exploitation d'une surface totale d'un hectare dispose d'une surface occupée par les haies de 6,7 ares. La productivité fourragère (tableau 3) est maintenue grâce à la fertilisation indirecte apportée par l'eau de ruissellement à travers les parcelles vivrières fumées. Quelques pieds de *Setaria* des haies sont arrachés par le bétail lors du broutage, pendant la saison sèche, des résidus et repousses herbacées des parcelles vivrières; le regarnissage est effectué à la reprise des pluies par plantation d'éclats de souche.

Tableau 3
Productivité fourragère des haies anti-érosives

	<i>Setaria</i> sp.	<i>Calliandra calothyrsus</i>
Nombre de coupes par an	5 à 6	1,3
Période de coupe	Saison des pluies	toute l'année
Productivité par coupe (en kg MS/ha)	3142	8230* 3753**

*Production totale (feuilles + tiges)

**Production consommable (feuilles)

L'étape de validation en milieu rural de la technologie pomme de terre (9) a montré l'engouement des agriculteurs pour la culture. L'appropriation de la production propre des plançons a créé l'autonomie de l'agriculteur; la productivité de la culture fumée et la maîtrise des pratiques culturales ont conduit à l'inversion de la proportion de la surface cultivée en pomme de terre et patate douce; elle est respectivement de 12,4 et 2,3 ares par saison. Cet engouement a provoqué une contrainte de rotation sanitaire entre deux cultures successives de pomme de terre.

Une alternative est alors introduite dans le système de production. La reproductibilité de la culture fourragère *Tripsacum laxum* installée sur les terres en réserve est obtenue par l'amendement calcaire et la fertilisation apportées à une culture de pomme de terre en tête de cycle.

L'élargissement aux terres en réserve de la surface cultivée en pomme de terre permet de respecter une rotation sanitaire adéquate (au moins 2 à 3 années sans repousses volontaires) entre deux cultures successives de pomme de terre. Les intrants de fertilité sont remboursés par la vente partielle de la récolte (tableau 4). La vocation fourragère de la parcelle est renforcée par l'association d'une légumineuse fourragère arbustive: 1 ligne de *Calliandra calothyrsus* pour 2 lignes de pomme de terre.

TABLEAU 4
Paramètres de la culture de la pomme de terre en tête de rotation sur les terres en réserve de l'exploitation

Surface cultivée par saison (25000 poquets/ha)	4 ares
Surface occupée par la pomme de terre	2,67 ares
Coût des intrants de fertilité chaux sur toute parcelle (500 kg/ha)	700 BIF
engrais sur vivre (175 kg/ha)	560 BIF
Coût des intrants phytosanitaires (3 traitements dithane M45)	245 BIF
Coût des plants de <i>Calliandra calothyrsus</i> (2 F pièce aux pépinières communales)	665 BIF
Récolte de tubercules (11048 ± 3374 kg/ha)	295 kg
Quantité de tubercules conservés (plançons propres)	42 kg
Valeur de vente du solde de la récolte (30 F/kg)	7590 BIF

La culture fourragère, qui suit la récolte de la pomme de terre, profite de l'arrière-effet de la fertilisation apportée à la culture précédente. La productivité de la culture fourragère est maintenue voire améliorée par l'effet fixateur d'azote de la légumineuse arbustive associée et par l'installation d'une culture intercalaire de vivres (maïs ou haricot) avec fumure organique et/ou minérale (variable selon les exploi-

tations). La culture vivrière intercalaire est subordonnée au stade de développement du fourrage au moment du semis vivrier, c'est-à-dire en septembre pour la saison A et à mi-février pour la saison B. La coupe traditionnelle du fourrage pendant la saison sèche (juillet-août) autorise la culture intercalaire de saison A. Par contre, la culture intercalaire

de saison B n'est possible que lors de l'année d'installation de la culture fourragère ou lorsqu'une seconde coupe annuelle du fourrage a lieu pendant la petite saison sèche (janvier). La masse fourragère, peu nécessaire à la complémentation alimentaire du troupeau à ce moment de productivité abondante des haies fourragères anti-érosives, est conservée sous forme d'ensilage pour une consommation différée à la saison sèche suivante. Une technique de fabrication d'ensilage de *Tripsacum laxum* a été validée en exploitation agricole mixte de la région naturelle du Bututsi (7). La seconde coupe annuelle du fourrage correspond à une intensification fourragère. Elle n'est possible que lorsque l'amélioration de la fertilité des terres en réserve permet de produire deux repousses fourragères par an. Elle constitue le support à l'introduction d'un génotype bovin supérieur (croisé Ayrshire). Elle respecte le cheminement de l'exploitation agricole familiale vers une intensification de l'agriculture et de l'élevage.

Le tableau 5 présente la succession des cultures du cycle cultural d'une durée de quatre années ainsi que la productivité moyenne observée par culture ou coupe sur les terres en réserve de l'exploitation familiale mixte. Les terres en réserve sont subdivisées en 8 parcelles d'une superficie de plus ou moins 4 ares chacune; deux parcelles (l'une en saison A, l'autre en saison B) sont amendées (à raison de 500 kg de chaux par hectare) et fertilisées (32 N et 80 P à l'hectare) chaque année pour la culture de la pomme de terre. La plantation de *Calliandra calothyrsus* n'est renouvelée qu'après plus de 8 ans (au moins deux cycles culturaux).

Les terres en réserve fournissent, par rapport à la quantité d'aliments produits traditionnellement, un surplus alimentaire d'environ 10 à 15% en haricot, maïs et pomme de terre. Elles fournissent également une récolte fourragère en légumineuse équivalente à 100 kg de tourteau de coton, quantité nécessaire pour la supplémentation annuelle d'une vache *Sahiwal* en lactation, ainsi que 100 jours de rationnement animal de saison sèche. La reproductibilité du cycle (durabilité) et l'apport d'aliments (sécurité alimentaire) sont des facteurs de diminution des risques au niveau de l'exploitation familiale.

Conclusions

Le changement technologique est incorporé au système traditionnel de production pour engendrer un système de production amélioré et en équilibre, gage de reproductibilité. Les terres en réserve produisent des vivres (céréales, légumineuses, tubercules) en plus de la production traditionnelle de fourrage et la productivité fourragère est améliorée, pérennisée.

Plusieurs contraintes sont résolues et la logique de sécurité alimentaire est respectée. Le système est compatible avec les conditions agro-économiques de l'agriculteur. Le nouveau modèle d'exploitation mixte est approprié par l'agriculteur.

TABLEAU 5
Cycle cultural et productivité des terres en réserve de l'exploitation familiale

	Parcelle*	Parcelle**
Année 1		
Saison A	Culture associée (0,8 x 0,5 m) de pomme de terre (2 lignes) et de <i>Calliandra</i> (1 ligne) — Récolte de 1330 ± 2947 kg/ha de tubercules	
Saison B	Plantation de <i>Tripsacum laxum</i> (0,8 x 0,5 m - 2 lignes ex-pommes de terre) Culture intercalaire (0,4 x 0,2 m) de haricot — Récolte de 451 ± 113 kg/ha grains secs	Culture associée (0,8 x 0,5 m) de pomme de terre (2 lignes) et de <i>Calliandra</i> (1 ligne) — Récolte de 9923 ± 2375 kg/ha de tubercules
Saison sèche	—	—
Année 2		
Saison A	Culture intercalaire (0,4 x 0,4 m) de maïs — récolte de 1220 ± 488 kg/ha grains secs; 1° coupe de <i>Calliandra</i> : 602 kg MS/ha (consommable par bétail)	Plantation de <i>Tripsacum laxum</i> (0,8 x 0,5 m - 2 lignes ex-pomme de terre) Culture intercalaire (0,4 x 0,4 m) de maïs — récolte de 1460 ± 584 kg/ha grains secs
Saison B	—	Culture intercalaire (0,4 x 0,2 m) de haricot — récolte de 568 ± 199 kg/ha grains secs; 1° coupe de <i>Calliandra</i> : 1015 kg MS/ha (cons.)
Saison sèche	1° coupe de <i>Tripsacum</i> : 10485 ± 3145 kg MS/ha 2° coupe de <i>Calliandra</i> : 955 kg MS/ha (cons.)	1° coupe <i>Tripsacum</i> : 5589 ± 1477 kg MS/ha
Année 3		
Saison A	—	2° coupe de <i>Calliandra</i> : 1117 kg MS/ha (cons.)
Saison B	3° coupe de <i>Calliandra</i> : 1963 kg MS/ha (cons.)	—
Saison sèche	2° coupe <i>Tripsacum</i> : 9475 ± 2843 kg MS/ha	2° coupe de <i>Tripsacum</i> : 9798 ± 3909 kg MS/ha 3° coupe de <i>Calliandra</i> : 1537 kg MS/ha (cons.)
Année 4		
Saison A	4° coupe de <i>Calliandra</i> : 2415 kg MS/ha (cons.)	—
Saison B	—	4° coupe de <i>Calliandra</i> : 2263 kg MS/ha (cons.)
Saison sèche	3° coupe <i>Tripsacum</i> : 9695 ± 3875 kg MS/ha 5° coupe de <i>Calliandra</i> : 2610 kg MS/ha (cons.)	3° coupe de <i>Tripsacum</i> : 9643 ± 3545 kg MS/ha

*Parcelles dont le cycle cultural débute en saison A.

**Parcelles dont le cycle cultural débute en saison B.

Références bibliographiques

1. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, ISABU, 1991. Rapport annuel, Bujumbura.
2. Jouve P., 1993. Usages et fonctions de la jachère dans les systèmes de production d'Afrique tropicale et du Maghreb. Cahiers Agricultures 2:308-317.
3. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage. Projet de développement agro-pastoral du Bututsi. 1992. Rapport annuel, Bururi.
4. Ministère de l'Intérieur. Département de la Population. 1990. Résultats provisoires du recensement général de la population. Gitega.
5. Niyungeko L., 1988. Pression démographique et évolution du secteur rural au Burundi. Cahiers du Curdes n° 6, 107 p.
6. Pozy P., 1989. Intégration de l'agriculture et de l'élevage en exploitations familiales dans le Bututsi (Burundi). Résultats zootechniques. Tropicultura 7(2):68-75.
7. Pozy P. & Lays J.F., 1990. L'ensilage du *Tripsacum laxum* en milieu rural. ISABU, Fiche technique 11, 42 p.
8. Pozy P., 1991. Le développement agricole par l'itinéraire «paysan-recherche-vulgarisation». Exemple de l'Atelier régional de recherche du Bututsi. Tropicultura 9(3): 114-116.
9. Pozy P., 1992. Comment cultiver la pomme de terre dans le Bututsi? ISABU, Fiche technique 14, 31 p.
10. Pozy P., 1993. L'alimentation des bovins dans le Bututsi. ISABU, Fiche technique 17, 56 p.
11. Service National d'Etudes et Statistiques, SNES, 1992. Données statistiques sur l'agriculture burundaise.

P. Pozy, Belge, Ingénieur agronome AIALv, Chef de l'atelier de recherche du Bututsi.

48ste Internationaal Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie

zal plaats vinden op dinsdag 7 mei 1996 in de lokalen van de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent (België).

Volgende onderwerpen zullen aan bod komen: Insecticiden, Neumatologie, Toegepaste Bodemzoölogien, Semiochemicals. Fungiciden, Fytopathologie, Fytovirologie, Fytobacteriologie. Herbiciden, Herbologie, Plantengroei-regulatoren. Biologische en Geïntegreerde Bestrijding. Residu's, Toxicologie, Formuleringen, Toepassingstechnieken.

De samenvattingen van de mededelingen zullen aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden in het Engels.

De voorgestelde mededelingen zullen gepubliceerd worden in de «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

Alle briefwisseling dient gericht te worden aan:

Dr. Ir L. Thirry, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Coupure Links 653, B-9000 Gent (België) - Tel. 32(0) 9 264 61 52, Fax (32)0 264 62 39 of 264 62 49

The 48th International Symposium on Crop Protection

will take place on Tuesday the 7th May 1996 at the Department of Crop Protection of the Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, University Ghent (Belgium).

The following topics will be treated: Insecticides, Nematology, Applied Soil Zoology, Semi-chemicals. Fungicides, phytopathology, Phytovirology, Phytobacteriology. Herbicides, herbology, Plant Growth Regulators. Biological and Integrated Control. Residues, Toxicology, Formulations, Application Techniques.

The summaries of the papers will be made available to the participants in English.

The proceedings will be published in the «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

All correspondance is to be sent to:

Le 48e Symposium International de Phytopharmacie et de Phytiatrie

se tiendra le mardi 7 mai 1996 dans les locaux de la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques Appliquées, Université Gand (Belgique).

Les sujets suivants sont traités: Insecticides, Nématologie, Pédologie, Semi-chimique. Fongicides, Phytopathologie, Phytovirologie, Phytobactériologie. Herbicides, Herbologie, Régulateurs de croissance. Lutte Biologique et Intégrée. Résidus, Toxicologie, Formulations, Techniques d'application.

Le recueil des résumés des communications sera mis à la disposition des participants en anglais.

Les comptes-rendus seront publiés dans les «Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent».

Toute correspondance est à adresser à:

BIBLIOGRAPHIE

BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

Nutrition et communication

M. Andrien & I. Beghin

Format 13,5 x 21,5 cm, 158 pages, 1993. Ed. L'Harmattan, 5-7 rue de l'Ecole Polytechnique, F-75005 Paris, France. Prix: 80 FF.

Les auteurs, respectivement spécialistes en éducation et en nutrition, se sont associés pour tenter une analyse des échecs en éducation nutritionnelle conventionnelle. Ils décortiquent les processus classiques, en identifiant différents types d'erreurs commises (concepts, stratégies, méthodologies,...) et plusieurs apports de la recherche et du terrain. D'autres disciplines ont aussi fait le constat que le «rationnel» (occidental et cartésien NDLR) est rarement un point de départ adéquat auprès des populations des pays en développement pour faire passer des nouveaux messages, et des remises en question sont indispensables. «Les futurs agents de l'éducation nutritionnelle devraient être formés au doute et au scepticisme, plutôt qu'à une adhésion aveugle à des principes et à des règles qui seront demain remis en question» (p. 37). C'est en effet la maîtrise des activités de communication, en fonction du public, qui permettra de faire digérer et utiliser les messages.

On peut par contre se demander si la démarche de planification (ch. 5), classiquement dépendante, ne devrait pas faire intervenir des données que les «bénéficiaires» devraient formuler, et qu'ils formulent en fait quand ils ont été encouragés à parler librement (p. 123).

L'ouvrage concerne surtout les aspects de méthodologie, et à ce titre devrait fort intéresser les éducateurs et nutritionnistes. Les agronomes et développeurs seront sans doute déçus de ne rien trouver à leur usage, mais ils ne font pas partie de la cible visée par le livre et ils mélangent (comme beaucoup) nutrition et alimentation. A juste titre, les auteurs sont optimistes et proposent «une approche de l'éducation nutritionnelle... globale, participative et libératrice... qui se fonde sur l'analyse causale et l'étude préalable de la communication sociale» (p. 136). Qui ne serait pas d'accord ?

J.H.

Snail Farming in West Africa

J.R. Cobbinah

Publ. by C.T.A. (address not mentioned, but is: Postbus 380; NL-67000 AJ Wageningen, The Netherlands). Not dated (but issued in 1994). Size 14,7 x 21 cm, 50 pages, 17 figures.

A booklet like this, subtitled «A Practical Guide», was expected for already some time by English-speaking people.

It is divided in 7 chapters (Suitable species, Site, Construction, Food and feeding, Breeding and management, Predators parasites diseases, Markets) illustrated by photographs and very clear drawings.

Appendix 3 gives the breakdown of the costs (in quantities of items and prices in US \$) for the construction of 4 types of snaileries: hutch box on timber stilts, trench pen, moveable rectangular pen, mini-paddock pen).

The text, very simple, is written for potential producers but the title is rather over-generalized as the booklet deals only with *Achatina achatina* breeding and nearly only with Ghana.

It is regretted that many plants are only mentioned under vernacular names, and the «achatiniculture» (which is accepted) is not used in place of «heliculture» (and not heliculture as written).

More criticizable however is the list of publications (Appendix 2) which only 4 authors and 2 journals, when several documents exist (with one from CTA !) but publications in French are ignored.

The comments under «Export markets» are highly questionable. Export of African snail meat to Europe is presented as feasible or even recommended. *Achatina* meat is in any case a second class substitute to *Helix aspersa* or *H. pomatia* meat, but reference to African snail is often absent or hidden in Europe, at least in the continent. An international trade based on cheating or omission cannot be supported by scientists.

Luckily, the practical information and data provided by the booklet will be of very high interest for African snail farmers producing for national or regional consumption.

J.H.

Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes

A. Delobel & M. Tran

Cet ouvrage remarquable par la grande qualité de l'iconographie et la richesse des informations proposées, sous une présentation impeccable, s'impose comme référence incontournable dans le domaine des insectes des denrées stockées. Plutôt réservé aux entomologistes avertis, il constitue une mine d'érudition peu commune. Les clés claires et précises associées à chaque famille étudiée font de cette étude un outil indispensable à la connaissance des insectes synanthropes en régions chaudes. Cependant, nombre d'insectes étudiés sont également des cosmopolites, associés aux activités humaines, ce qui élargit considérablement le champ d'application de ce livre au titre trompeur. Toutefois, dans un souci de clarté et pour en faciliter l'utilisation, un glossaire des termes entomologiques se serait avéré très utile. Ainsi, cette regrettable lacune nécessite le renvoi à la présentation générale de l'ouvrage lors de la rencontre d'un obstacle terminologique. Par ailleurs, la lecture de la présentation générale se justifie pleinement pour une compréhension éclairée des choix thématiques abordés et développés différemment lors de l'étude des familles.

A noter encore une importante bibliographie, offrant un vaste choix de littératures spécialisées dans la biologie ou la lutte contre les insectes des denrées stockées.

Finalement, cette analyse minutieuse des insectes des denrées stockées, placée sous la houlette de l'ORSTOM dont les compétences et les mérites sont unanimement reconnus et appréciés dans le domaine de l'étude de la faune et de la flore en Outre-mer, rehaussée par le concours de dessinateurs exceptionnels, mérite sa place dans toute bibliothèque de renom à caractère entomologique.

E. Haubruge

Délicieux insectes - Les protéines du futur

Comby B.

Format 13,5 x 20,5 cm, 156 pages. Editions Jouvence, 80 ch. de Belle Cour, CH-1213 Onex-Genève, Suisse. Prix: 85 FRF + port et envoi 40 FRF. Egalement diffusé par Vander, 321 av. des Volontaires, B-1150 Bruxelles, Belgique au prix de 560 BEF.

L'auteur, ingénieur de l'Ecole Polytechnique, a décidé il y a une dizaine d'années de convaincre les hommes des sociétés industrielles d'aujourd'hui de modifier leur régime alimentaire et d'avoir dorénavant recours à des insectes comme source de protéines. L'entomophagie est encore courante dans beaucoup de parties du monde, et si elle entraîne en Occident des réactions de répulsion, cette attitude n'est pas justifiée dès lors qu'on admet de consommer des huîtres vivantes, des cuisses de grenouilles ou des tripes.

L'ouvrage est très documenté, parfois un peu simpliste (par exemple avec la théorie de l'homme-singe), mais n'est certainement pas fantaisiste. L'idée reprend du reste de l'ampleur aux U.S.A. actuellement.

L'auteur décrit aussi en détail la technique et le matériel pour réaliser en appartement un élevage en production continue de grillons *Acheta domestica* (p. 105-119) jusqu'à pouvoir satisfaire les besoins en protéines d'une famille (surface de bac requise: 1 m² par personne à nourrir). L'insecte à classer en second rang est la larve d'abeille, mais bien d'autres espèces sont comestibles. L'ouvrage donne divers conseils pour la consommation occasionnelle ou courante d'insectes et fournit la signification du goût et dégoût.

Ce petit livre sort assurément de l'ordinaire.

J.H.

Première Annonce

COLLOQUE INTERNATIONAL

INFORMATION ET INNOVATION POUR LES FILIÈRES DISPERSÉES:
L'UTILISATION COOPÉRATIVE DES RESSOURCES INFORMATIVES
DANS LES FILIÈRES LAITIÈRES DES PETITS RUMINANTS

11 au 13 janvier 1996
CORTÉ, CORSE, FRANCE

Contact: Pré-CIRVAL, Association de Préfiguration du CIRVAL, Quartier Grossetti BP05 20250 Corté - France

Scientific and informative review devoted to rural problems in the developing countries and published by the Belgian Administration for Development Cooperation (B.A.D.C.)

Four issues a year (March, June, September, December)

Editorial Staff: AGRI-OVERSEAS, a non-profit association founded with a view to establishing professional links and fostering common concerns amongst those working overseas towards rural development.

Scientific coordinator: Emeritus Professor Dr.Ir. J. Hardouin

Scientific Committee: composed of a representative from each of the following Belgian Institutions:

Mrs. S. Gerlo, General Administrator, a.i., Belgian Administration for Development Cooperation, Brussels (B.A.D.C.), Emeritus Professor J. Hardouin and Professor P. Kageruka, Production and Health Department, Institute of Tropical Medicine, Antwerp (A.P.D.H./I.T.M.) Professor J. Wouters, Department of Agronomy, Free University of Brussels (U.L.B.) - Professor C. Reizer, University Foundation of Luxemburg, Arlon (F.U.L.) - Professor G. Mergeai, Faculty of Agricultural Sciences, Gembloux (F.S.A.Gx.) - Professor J. Vercruysse, Faculty of Veterinary Medicine, University Ghent (U.G.) Professor P. Van Damme, Faculty of Agricultural Sciences and Applied Biological Sciences, University Ghent (U.G.) - Professor F. Lomba, Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège (U.Lg) - Professor J. Deckers, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Leuven, (K.U.L.) - Professor M. Verhoyen, Faculty of Agricultural Sciences, Catholic University of Louvain (U.C.L.) - Professor J.C. Micha, University College Our Lady of Peace, Namur (F.U.N.D.P.)

Secretariat - Editorial Staff: Agri-Overseas / Tropicultura, c/o B.A.D.C. Bur 404-405, Rue du Trône nr 4, - B. 1050 Brussels - Belgium Tel.:32.2/51.90.329 / 377 /503.

Distribution: Free on written request

Instructions to authors

General conditions: Manuscripts (one original and two copies) are to be submitted to Agri-Overseas, address mentioned above. They may be written in the four following languages : English, French, Dutch, Spanish. They must be accompanied by a covering letter from the author stating the address for further correspondence. Each paper will be examined by two referees and may be returned to the authors for modification. One copy will remain the property of Agri-Overseas. The first author of each paper will receive 20 free reprints of it.

Practical requirements: Manuscripts should not exceed 10 typewritten pages on white paper DIN A4 (21 x 29,7 cm) with double spacing and a 5 cm left margin.

Lay-out:

Title: as brief as possible in lower-case letter-type

Authors: under the title, preceded by their initials (complete christian name for women), and with an asterisk referring at the bottom of the page to their institution and its address.

Keywords: 7 maximum

Summary: in the language of the contribution (maximum 200 words) and in English

Introduction

Material and methods (or observations)

Results

Discussion

Acknowledgements: if necessary

Literature: references have to be presented in alphabetical order of the authors' name and numbered from 1 to x. Refer in the text to those numbers (in parentheses).

References will mention:

— For periodicals: authors' names with their initials, year of publication, full title of the articles in the original language, title of the journal, volume number (underlined), first and last page of the article.

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

— For books: authors' names with their initials, year of publication, full title of the book, name of publisher, place of publication, first and last page of the chapter cited.

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

Tables and figures should be carefully designed on separate pages numbered in Arabic numerals on the back. Figures should be professionally drawn. Never present table and figure for the same data. Photographs must be of good quality, unmounted glossy prints and numbered on the back. Accompanied captions should be typed on separated sheets and refer to the number of photo, drawing a.s.o.

Remarks: Avoid the use of footnotes

Avoid using dashes in the text

Avoid using capital letters when not necessary

Give the nationality, diploma and function of each author

Give if possible the translation in French (or Dutch or Spanish) of the title

The editorial staff reserves the right to refuse manuscripts not consistent with the above instructions

Texte français dans le N° 2

Nederlandse tekst in Nr 3

Texto Español en el N° 4

TROPICULTURA

1995 Vol. 13 N. 1

Four issues a year (March, June, September, December)

CONTENTS

EDITORIAL

- The New Trends of Food Aid and Food Security Policy of the European Union (*in French*)
C. Carême 1

ORIGINAL ARTICLES

- Statistical Analysis of Food Production in Zaire (*in French*)
K. J. Sabiti 3

- Effect of Fertilization and Cutting Frequency on the Yield of *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN and EVRARD in Adamawa Plateau-Cameroon (*in English*)
E. Tedonkeng Pamo & Rex D. Pieper 9

- Geographical Variation of *Commelina benghalensis* L in Benin (*in French*)
A. Ahanchédé & J. Gasquez 15

- Gastrointestinal Strongyle Egg Output and its Relationship with Tick Burden in Gambian N'Dama and Gobra Zebu Cattle (*in English*)
R. C. Mattioli, J. Zinsstag, D. J. Clifford, M. Cassama & S. Kora 19

TECHNICAL NOTES

- Survey on Traditionnal Poultry Production in Cameroon (*in French*)
G. B. Agbédé, A. Téguia & Y. Manjeli 22

- The Agricultural Land-Use in Eroding Uplands: A Case Study in the Philippines (*in English*)
S. Dondeyne, K. Opoku-Ameyaw, O. Puginier & Cecilia Sumande 25

- The Mato Grosso Grasshopper: Could Agriculture Be the Main Cause ? (*in French*)
M. Lecoq & I. Pierozzi Jr. 32

- Technology Innovation for Small Farming System in Burundi Highland (Bututsi) (*in French*)
P. Pozy 34

- BIBLIOGRAPHY 39

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



Editor:
S. GERLO
BADCF - Rue Bréderode 6 - AGCD
1000 Bruxelles



Photocomposition - Mise en page:
Bériaux Compo Photo Systems
Tel. 32-2-878 15 75

Imprimerie Van Marrewinkel
Rue du Bon Pasteur 50-54 - 1140 Bruxelles
Tel. 32-2-218 88 60